Beiträge

zur

Pharmakognosie der Muira Puama.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der philosophischen Doctorwürde

der

hohen philosophischen Fakultät

der

Kgl. Friedrich-Alexanders-Universität zu Erlangen

vorgelegt von

HEINRICH KLEESATTEL

aus

Geislingen.

Ulm 1892.

Druck der Th. G. Sellmer'schen Buchdruckerei.

Beiträge

zur

Pharmakognosie der Muira Puama.

Inaugural-Dissertation

zur

Erlangung der philosophischen Doctorwürde

der

hohen philosophischen Fakultät

der

Kgl. Friedrich-Alexanders-Universität zu Erlangen

vorgelegt von

HEINRICH KLEESATTEL

aus

Geislingen.

Ulm 1892.

Druck der Th. G. Sellmer'schen Buchdruckerei.

Digitized by the Internet Archive
in 2026

https://archive.org/details/IA41535708_0158

Seiner

theuren Mutter

in Liebe und Dankbarkeit

gewidmet

Der Verfasser.

Synopsis.

I. Einleitung.

II. Beschreibung der makroskopischen Verhältnisse der Droge.

III. Anatomische Verhältnisse von Stamm und Wurzel.

IV. Vergleichende Anatomie von **Liriosma ovata Miers** und **Liriosma Pohliana Engler.**

V. Anatomisch-systematischer Vergleich der Holzstrukturen von **Muira Puama, Liriosma ovata Miers** und **Liriosma Pohliana Engler.**

VI. Erklärung der Tafel.

I. Einleitung.

Von der bekannten Firma E. Merck-Darmstadt wurde dem botanischen Institute der Universität Erlangen unter anderen eine als „Muira Puama“ bezeichnete Droge zur näheren Untersuchung zugesandt, mit welcher Aufgabe mein hochverehrter Lehrer Herr Prof. Dr. Reeß mich betraute.

Durch die Güte des Herrn Dr. Zipperer (in Firma E. Merck) erfuhr ich, daß die als „Muira Puama“ bezeichneten Stämmchen und Wurzeltheile seinerzeit durch Herrn Dr. Franz Pfaff direkt aus Manâos (Brasilien) dem genannten Hause zugesandt worden seien.

Herrn Dr. Pfaff-Straßburg, der längere Zeit in Manâos lebte, verdanke ich folgende Mittheilungen über die Droge:

„Die Muira Puama kommt fast im ganzen Amazonasgebiet vor. Wie dies aber bei sehr vielen der dortigen Pflanzen der Fall ist, findet sich dieselbe immer nur vereinzelt, so daß auch die Eingeborenen oft Stunden lang im Walde suchen müssen, ehe sie einige Stämme ausfindig gemacht haben. Botanisches ist mir über Muira Puama nichts bekannt; — ich habe weder Blüthe noch Frucht je gesehen, trotzdem ich auf meinen Reisen am Rio negro und Amazonas wiederholt die Pflanzen angetroffen habe. Da ich meine Fahrten immer nur während der trockenen Jahreszeit habe unternehmen können, so dürfte die Blüthezeit in die Regenperiode fallen, also etwa in die Monate November bis April.

Was nun die Verwendung der Pflanze an Ort und Stelle betrifft, so herrscht über die Wirkung derselben als Aphrodisiacum bei den Eingeborenen allgemeines Lob und erzählen sich die Leute geradezu tolle Märchen. Ob die Droge in dieser Richtung wirklich einen Effekt hervorbringt, weiß ich nicht, — das kann ich aber nur bestätigen, daß es

Leute in Manâos gibt, die seit Jahren um hohe Summen die kleinen Posten „Muira Puama“ aufkaufen, die von den Tapuyos*[1]) nach der Stadt gebracht werden. Von diesen Leuten wird die Droge nur im alcoholischen Auszuge verbraucht und zwar Schnapsgläser voll an den Tagen, an welchen sie den gewünschten Effekt zu erzielen suchen. Bei den Tapuyos selbst kommt außer dem alcoholischen Auszug auch ein wässriger Aufguß der Muira in angedeuteder Richtung in Anwendung.“

Herr Dr. Pfaff hatte noch die Freundlichkeit mir Ihm bekannte brasilianische Litteratur*[2]) über M. P. mitzutheilen: M. P. wird in dieser Notiz als ein Strauch geschildert, der als allgemeines Excitans und ziemlich energisches Aphrodisiacum gelte. Unter „medicinische Eigenschaften“ wird angegeben, daß er innerliche und äußerliche Anwendung finde und zwar in der letzteren Weise habe er gegen partielle Paralyse genützt. Das Mittel finde als aus 4:450 hergestelltes wässriges Infus, außerdem die Tinktur in der Dosis einiger Tropfen Anwendung. In letzterer Form werde M. P. auch als Einreibung benützt. —

Meine weiteren Nachforschungen nach Litteratur, wobei ich durch die Herren Prof. Dr. Husemann-Göttingen, Dr. E. Hartwich-Braunschweig, Dr. Holfert-Berlin, Dr. Heger-Wien, E. G. Keßler-New-York und Dr. Th. Peckolt-Rio de Janeiro in dankenswerther Weise unterstützt wurde, ergaben:

1) Heger, Synopsis der neueren Arzneimittel Wien 1891, pag. 76: „Extr. Muirae puamae fluid. — Stammpflanze unbekannt; vielleicht Mara puama, die als Liriosma ovata den Olacineen beigezählt wird. Der Name der Droge stammt von der indianischen Bezeichnung muira (Holz) und puama (Potenz.) In Brasilien wird die ganze Droge (Wurzeln, Stengel und Blätter) als ausgezeichnetes Heilmittel gegen Rheumatismus und Impotenz angewendet. Das Fluidextract wird als das stärkste und gefahrloseste Aphrodisiacum gerühmt.
2) M. P. war 1861 in einer brasilianischen Industrieausstellung in Rio de Janeiro nach dem von Peckolt 1863 im Archiv der Pharmacie erstatteten Bericht, ausgestellt (pag. 151):
„Muira Puama. Die Wurzel des Strauches ist ein Excitans und eines der energischsten Aphrodisiaca; wird auch mit Erfolg gegen Lähmungen angewandt.“

*[1]) Nachkommen der früheren Urbewohner, die ansäßig geworden und mit den Weißen, resp. Brasilianern in Verkehr stehen. (Näheres in „Scenas da vida Amazonica von José Verissimo. Lisboa. Livraria Editoria de Tavares Cardoso & Irmâo.

*[2]) Diccionario de Botanica Brasiliera por Joaquim de Almeida Pinto Rio de Janeiro 1873 pag. 322: „Muirapuama. — Arbusto excitante geral e aphrodisiaco dos mais energicos.

Propriedadis medicas: — Usa-se interna e externamente; d'este ultimo modo tem aproveitado nas paralysias parcials. Emprega-se a infusâo que se prepara com 4 grammas para 450 grammas d'agua; ea tintura na dose de algumas gottas: esta ultima se applica tambem em friccões.“ —

Durch die gütige Vermittlung des Herrn Prof. Dr. Husemann wurde mir folgender Bericht des Herrn Dr. Theodoro Peckolt, Rio de Janeiro zu Theil:

3) „Die hiesige officinelle Rinde Muira-puama, auch Murapuama, kommt hier in der Tropenregion nicht vor, wird von den Aequatorialstaaten Para und Amazonas bezogen, ist Liriosma ovata Miers. Olacinaceae. Vorzugsweise wird die Wurzelrinde arzneilich angewandt. Innerlich das Dekot (15,0:240,0 Colatur) bei Dysenterie; in größerer Dosis soll es als Aphrodisiacum wirken.

Die Tinktur 1:5 wird als Einreibung bei paralytischen und rheumatischen Affectionen vielfach verordnet."

Im europäischen Handel ist Muira Puama nie erschienen eben so wenig im nordamerikanischen, wie ich von zuverlässiger Seite erfahren habe. Nur eine der dortigen großen Drogenfirmen: Parke, Davis & Co. in Detroit annocirte in ihrer neu erschienenen Preisliste einen Fluidextract von Muira Puama, indem sie dabei zugleich die Ärzte, die denselben gebrauchen sollten, bat, ihre Erfahrungen darüber einzusenden. Durch gütige Vermittlung gelang es mir von der genannten Firma eine kleine Broschüre über einige neue Drogen zu erhalten, worin folgender kurze Bericht über Muira Puama enthalten war:

4) „Muira Puama. (? Liriosma ovata, Miers).
Part Employed. — The root.
Natural order. — ? Olacineae.
Habitat. — Brazil.

Properties. — Correspondents in Brazil have assured us that this plant is more highly valued there as an aphrodisiac and nerve stimulant than is Damiana*) with us in North-America. Clinical reports are solicited from physicians having experience in its use, in ordre that the therapeutic rang of its usefulness may be established. — Preparations. — Fluid-extract of the root; dose, 1/4 to 1 fluidrachm. (1 to 4 c. c.). —
— Botanical Description. —

Up to the present writing no authentic herbarium material has been received that would permit of an exact botanical identification of the source of the above-named drug. The vernacular name „Mara puama" as written by Miers against „Liriosma ovata" is supposed to be the plant which yields the medicinal root, but in the absence of any confirmatory evidence that it is so, we omit any detailed description. For botanical description of Lirios. ovat. Miers, see Engler: „Flora Brasiliensis" vol. 11, pt. 11, p. 27. —"

Obgleich es außerhalb der rein pharmakognostischen Frage liegt, habe ich es in Rücksicht auf das allgemeine Interesse, das jedem neuen

*) „Folia Turnerae aphrodisiacae" unter dem Namen „Damiana" vor ca. 10 Jahren aus Amerika auch bei uns eingeführt. —

Aphrodisiacum entgegen gebracht wird, nicht unterlassen, zum Schlusse einige Mittheilungen über die therapeutische Wirkung des Fluidextractes von Muira Puama im Auszuge wiederzugeben, wie sie mir Herr Prof. Dr. Goll in Zürich auf meine Bitte in liebenswürdiger Weise zur Verfügung stellte.

Herr Prof. Dr. Goll wurde seiner Zeit von der Firma E. Merck-Darmstadt ersucht in seiner Praxis die Wirkungen des Fluidextractes zu erproben und hat mir darüber folgende Erfahrungen mitgetheilt:

„Die Droge Muira Puama ist ein mildes Tonicum, das auf Gehirn und Rückenmark anregend wirkt, ohne zu schaden. Als sogenanntes Aphrodisiacum paßt es eben nur in einzelnen Fällen gegen Impotenz, eine Nervenschwäche, die manchmal schwierig zu beurtheilen und öfters beinahe unheilbar ist. In gewissen Fällen, wo das Alter, die Konstitution und mannigfache andere Bedingungen die Möglichkeit einer günstigen (zum Theil aus psychischen Gründen) Erregung der Nerven der männlichen Sexualien wahrscheinlich machen, kann es unbedenklich versucht werden.

Was Muira Puama anbetrifft, habe ich im Verlaufe von bald drei Jahren nun 9 Fälle von Impotenz (rein nervöser Natur),*) welche mir dazu geeignet schienen, damit behandelt. Ich benützte das Fluidextrakt und zwar ohne jede Beimischung als das zweckmäßigste Präparat und bin im Allgemeinen mit dem Erfolge, den ich hier speziell erwarten durfte, recht zufrieden.

Das Mittel ist ein Tonicum für das Central-Nervensystem und erinnert an China und Condurango, obschon der würzige Geschmack von diesen verschieden ist. Der Appetit wird angeregt, die Verdauung besser und nach mehrwöchentlichem Gebrauche war ein blühendes Aussehen der Männer (bei welchen auch größere Ausdauer bei körperlichen Anstrengungen zu konstatiren war), auffallend; ähnlich, wie nach gut ertragenen Eisenmitteln, aber ohne Blutwallungen. Der während des Gebrauches abgesonderte Harn roch aromatisch (ähnlich wie Eucalyptus) als Folge von Stoffwechselprodukten, ähnlich wie bei balsamischen Harzen."

Im Weiteren theilte mir Herr Prof. Dr. Goll über die von ihm beobachteten Fälle von Impotenz Folgendes mit:

In drei Fällen war kein nennenswerther Erfolg zu bemerken; in zwei Fällen von nervöser Impotenz (bei zwei Männern von 39 und 48 Jahren) war der Erfolg ein vollständiger und anhaltender, in vier Fällen war Erfolg vorhanden aber nur vorübergehend, so daß nach dem Aussetzen des Mittels jede Nachwirkung ausblieb. In einem Falle war die Besserung stets eine intermittierende, d. h. es erfolgte nach 3—4 Wochen dauernder Impotenz nur ca. 7—9 Tagen hindurch ein Wiederauftreten der tonischen Wirkung und hernach eine bleibende mäßige Besserung.

Bei der Dosis von 3—4mal täglich 15—25 Tropfen (d. i. 3—6 g. pro die) wurde mir niemals eine unangenehme Nachwirkung

*) Fälle von Impotenz aus Marasmus praecox, Degenerationen und andere Arten sind ja so wie so inkurabel.

gemeldet. Es wurde während dem Gebrauche des Mittels*) auf Abstinenz von alcoholischen Getränken, irritirenden Gewürzen (Rettig, Zwiebeln, Capsicum ꝛc.) gehalten.

Während ich von der so warm empfohlenen Damiana keinen einzigen Erfolg zu notiren hatte, waren hier doch einige ganz deutliche Wirkungen zu constatiren."

Im Hinblick auf vorstehende medizinische Erörterungen kann der Droge eine pharmakologische Bedeutung nicht abgesprochen werden und es durfte daher auch die pharmakognostische Untersuchung in vollem Maße begründet erscheinen.

Dieser Aufgabe suchte ich nun im Folgendem gerecht zu werden, soweit es das erhältliche, leider zu unvollkommene Material gestattete.

An dieser Stelle sei es mir gestattet, allen Denjenigen, die meine Arbeit durch geschätzte Mitteilungen, Ueberlassung von Vergleichsmaterial ꝛc. in freundlichster Weise unterstützten, besonders aber meinem hochverehrten Lehrer Herrn Professor Dr. Reess für gütige Berathung und Leitung meinen ehrerbietigsten Dank auszusprechen.

*) Dasselbe muß immerhin 1—3 Monate lang gebraucht werden.

II. Beschreibung der makroscopischen Verhältnisse der Droge.

Das zur Verfügung stehende Untersuchungsmaterial bestand aus sympodial aufgebauten dicotylen Stämmchen und Pfahlwurzeln. Die ersteren verlaufen ziemlich gerade gestreckt und besitzen nur sehr wenige seitliche Auszweigungen, die im Vergleich zu den ihnen ursprünglich gleichwertigen Theilen der scheinbaren Hauptachse ziemlich schwach ausgebildet sind und parallel mit derselben verlaufen; in den meisten Fällen deuten kleine Erhöhungen an den Stämmchen die Stellen der nicht zur Ausbildung gelangten Verzweigungsansätze an. Auch kommt es manchmal vor, daß am Scheitel eines Achsentheils statt der gewöhnlichen gabeligen Verzweigung (mit verkümmerter Ausbildung des einen Ansatzes) neben einem stärker ausgebildeten Verzweigungsglied mehrere schwächere derselben Ordnung hervorgegangen sind. Diese sind meist von sehr geringer Dicke und zum großen Theile abgebrochen; die erhalten gebliebenen Glieder stehen senkrecht empor.

Die Pfahlwurzeln zeigen ziemlich regelmäßigen vertikalen Verlauf; sie liegen theils von den Stämmchen getrennt, theils noch mit denselben verbunden vor. Wie bei den Stämmchen und ihren Seitenorganen die Enden durchweg abgebrochen sind, so fehlen auch bei den Pfahlwurzeln sämmtliche Enden sowohl der Haupt- als der Nebenwurzeln. Die Reste der letzteren stehen von der Hauptachse annähernd in horizontaler Richtung ab, indem sie nur leicht nach unten geneigt sind.

Die abgerissenen Stellen zeigen bei Wurzel und Stamm faserigen Bruch.

Die Stämmchen besitzen eine Länge von 20—50 cm; ihr Querdurchmesser an den oberen Enden beträgt durchschnittlich ca. 5 mm., an den Uebergangsstellen vom Stamm zur Wurzel ca. 15 mm.

Die Seitenverzweigungen besitzen eine Länge von 1—10 cm; ihr Querdurchmesser an den oberen Enden beträgt ca. 2 mm; an den Stellen, wo sie aus dem Stämmchen austreten ca. 5 mm.

Die Länge der Wurzeln schwankt zwischen 15—35 cm; die abgerissenen Stellen der Haupt- und Nebenwurzeln besitzen einen Querdurchmesser von 4—6 mm. die Reste der Nebenwurzeln erreichen höchstens eine Länge von 3 cm.

Eine sofort auffallende Eigenthümlichkeit bei Betrachtung der Stamm- und Wurzelstücke sind ziemlich häufig auftretende Anschwellungen an gewissen Stellen des Holzes, ohne daß Spuren äußerer Verletzungen wahrnehmbar wären; außerdem kommen öfters unregelmäßig oder verkümmert ausgebildete Seitenorgane an verschiedenen Theilen der Droge

in Gestalt annähernd kugeliger oder unbestimmt geformter Auswüchse vor. Unterwirft man den inneren Theil des Holzes der durch Anschwellungen oder sonstige Mißbildungen auffallenden Stellen der Stämmchen oder Wurzeln einer genaueren Untersuchung, so finden sich in allen Fällen im Innern des Holzkörpers als Ausgangsorte der annomalen Bildungen röthlich- bis dunkelbraune Gewebepartieen, die flächenartige Ausdehnung von unbestimmten Umrissen zeigen. Durch Spalten solcher Holzstückchen werden diese braunen Schichten leicht blosgelegt, manchmal sind an diesen Stellen schon schmale Klüfte vorhanden. Auf Quer- und Längsschnitten zeigen sich diese Partieen als dunkle feine in unbestimmten Kurven verlaufende Linien, die zu beiden Seiten von helleren Gewebeschichten begleitet sind, welche im Aussehen sich vom übrigen Holze abheben und eine Mächtigkeit bis zu 1 mm. Querdurchmesser besitzen.

Abgesehen von diesen Theilen des Holzkörpers ist dessen Farbe keine gleichmäßige; während das Holz einiger Stämmchen und der dazu gehörigen Wurzeln hellgelbe Farbe besitzen, tritt bei anderen Exemplaren eine schwach röthlich braune, ausgesprochen rothbraune oder endlich graubraune Farbe auf; oft wechselt auch an ein und demselben Stücke die Holzfarbe in den obigen Nüancen. Die Farbe des Wurzelholzes besitzt durchweg eine dunklere Tönung, als die des zugehörigen Stammholzes; ebenso kommt im Allgemeinen den stärkeren Stämmchen und Wurzeln die roth- oder graubraune Holzfarbe zu.

Die Farbe der Wurzel- und Stammrinde ist schmutzig lehmfarben bis graubraun; die aufgeschürften Stellen erscheinen heller oder dunkler braun; wo die Epidermis noch vorhanden ist, besitzt die Rinde einen matten Glanz. An allen Theilen sind feine Längsrunzeln zu beobachten. Die Wurzelrinde weist zahlreiche (von Pilzmycelcomplexen herrührende) schwarze Fleckchen von der Größe eines Schriftpunktes auf; dieselben kommen auch an der Stammrinde aber dort nur sporadisch vor. In einem Falle trat bei einem Wurzelstücke unter der Korkschichte ein violetter Farbstoff auf. Derselbe war über eine ziemlich beträchtliche Strecke verbreitet, zeigte aber keine deutliche Umgrenzungen, sondern verlor sich allmählich in Rothbraun übergehend. Gegen Lösungsmittel war derselbe indifferent; beim Kochen mit Wasser wurde er ein wenig mißfarbig; auf Einwirkung von Säuren nahm er ein schwach röthliches, auf Einwirkung von Alkalien ein schmutzig-violettes Aussehen an. Gerbstoffreactionen gab der Farbstoff nicht, dagegen trat auf Einwirkung von Jod-Jodkaliumlösung eine orangegelbe, auf Einwirkung von Chlorzink-Jodlösung eine gelbe Färbung ein.

Die letzteren Reactionen (auf Proteïnsubstanzen) lassen darauf schließen, daß der Farbstoff einst im Zellsaft der lebenden Pflanze gelöst war und beim späteren Eintrocknen derselben sich auf vorhandene Plasmareste der Zellen als dünne Schichte niederschlug, welche die Farbreactionen der letztgenannten Reagentien nicht beeinträchtigte. Durch Eau de Javelle wurde der Farbstoff zerstört.

Die Rinde selbst ist an der Droge gut erhalten; sie ist im Ganzen wenig entwickelt; an den Wurzeln etwas stärker als an den oberirdischen Theilen.

Bei den Stämmchen beträgt der Querdurchmesser derselben an den oberen schwächeren Theilen ca. 0,25 mm., an den basalen Theilen ca. 0,6 mm.

Bei den Wurzeln beträgt er an den Enden ca. 0,5 mm., an den stärksten Theilen ca. 0,7 mm.

III. Anatomische Verhältnisse von Stamm u. Wurzel.

I. Anatomie des Stammes.

a) Die Rinde.

1. Außenrinde.

Die Epidermiszellen besitzen annähernd plattenförmige Gestalt, sind nicht besonders stark cuticularisirt und führen bisweilen braune gerbstoffhaltige Inhaltsstoffe. Haare sind nicht vorhanden. Der Vertikal- und Tangentialdurchmesser der Zellen kommen sich an Größe durchschnittlich gleich und betragen ca. 0,02 mm., der Radialdurchmesser ca. 0,008—0,01 mm.

Die Korkschichte besteht meistens aus fünf Zellagen; die Korkzellen sind an den Wandungen etwas verdickt und zum größten Theile mit gerbstoffhaltigen Stoffen erfüllt. Die Radialwände sind wellig verbogen die Tangentialwände meist nach Außen zu etwas ausgebogen. Ihre Gestalt ist im Allgemeinen schwach in der Richtung der Achse gestreckt; jedoch übertrifft in vielen Fällen auch der Radialdurchmesser den Vertikaldurchmesser. Der Tangential- und Radialdurchmesser sind meist gleich groß. Die Durchmesser aller drei Dimensionen der Korkzellen bewegen sich zwischen 0,02 und 0,03 mm. Auf der Flächenansicht (Tangentialschnitt) besitzen die Korkzellen unregelmäßige viereckige Gestalt. Das Korkkambium ist leicht erkenntlich.

2. Mittelrinde.*)

Das primäre Rindenparenchym erscheint bei nicht gekochten oder nicht mit Javelle'scher Lauge behandelten Schnitten zusammengedrückt und mehr oder weniger undeutlich. Es besteht durchschnittlich aus ca. 7 Zellagen. Der Tangential- und Vertikaldurchmesser der Zellen sind gleich groß und betragen ca. 0,04 mm. Der Radialdurchmesser dagegen ist bedeutend kleiner: ca. 0,012 mm. Der Inhalt der Zellen besteht aus grünlichen bis braungrünen (Chlorophyllan) oder braunen gerbstoffhaltigen Massen, welche als unbestimmt geformte Körper den Zellwänden angelagert sind. Kristalle kommen nicht vor. Einzelne Zellen sind sklerotisirt.

*) Anmerkung.
Unter „Mittelrinde" habe ich nur die zwischen Kork und Bast im weiteren Sinne gelegenen Gewebeschichte behandelt; die sog. Hartbastelemente (Hartbastfasern und Sklerenchymzellen), die im vorliegenden Falle als Belege obliterirter Siebbündelsysteme auftreten, sind unter „Innenrinde" besprochen, weil einerseits zwischen primären und secundären Siebbündeln ohne entwicklungsgeschichtliche Studien keine sichere Unterscheidung möglich ist, andrerseits die Hartbastelemente zu einem Ringe angeordnet sind, der eine deutliche Bastgrenze bildet.

3. Innenrinde.

Das Siebbündelsystem besteht theils aus Siebröhren die durch starke Callusbildung einen dauernden Schluß erfahren haben (obliterite Siebbündel) theils aus solchen, die nur einen vorübergehenden Schluß durch eine polsterartige Callusauflagerung auf beiden Seiten der Siebplatten aufweisen. Der obliterite Siebtheil ist von einem gemischten d. h. aus Sklerenchymzellen und Hartbastfasern zusammengesetzten Sklerenchymring umgeben. Letzterer ist nicht vollständig geschlossen: es treten zwischenhinein theils schon in Sklerose begriffene theils noch unveränderte aber auffallend weitlumige Parenchymzellen auf; manchmal sind auch von Sklerenchymzellen scharf umgrenzte Lücken zu beobachten. Letztere Erscheinung ist ohne Zweifel eine Folge des Dickenwachsthums resp. der durch dasselbe bedingten Dilatation der Mittelrinde, welcher der Ring nicht Folge leisten konnte. Die Bastfasern sind im Sklerenchymringe spärlich vertreten; sie sind entweder im Ringe eingebettet oder demselben angelagert; manchmal kommen sie auch vereinzelt im Weichbastgewebe vor. Sie sind häufig von Kristallkammerfasern begleitet. Die Kristallzellen sind dabei dicht den Hartbastfasern angedrückt, daß kleine Ausbuchtungen an der Wand derselben hervortreten, sie erscheinen also mit den Bastzellen verzahnt.*) Die Kristalle bestehen aus oxalsaurem Kalke und gehören ihren Formen nach theils dem monoklinen und quadratischen theils dem rhombischen und klinorhombischen Systeme an. Besonders häufig sind die rhombischen vierseitigen oder durch Abstumpfung der Ecken unregelmäßig umschriebenen Tafeln; außerdem kommen vielfach reguläre monokline Säulen und solche mit Abstumpfung der zwei an den Endflächen sich diagonal gegenüberliegenden Kanten vor. Ferner finden sich einfache quadratische Säulen mit aufgesetztem Octaëder. Zwillingkristalle mit einspringenden Winkeln sind überall vorhanden; Kristalldrüsen dagegen nirgends.

Der Sklerenchymring ist an verschiedenen Stellen von ungleicher Mächtigkeit; es kommen dabei ein- bis vierreihige Partieen in abwechselnder Weise vor. Die Sklerenchymzellen zeigen unregelmäßig polyedrische Gestalt mit bald scharfen bald abgerundeten Kanten; ihrer Größe nach sind sie sehr verschieden ebenso im Grade ihrer Membranverdickung. Die größten Sklerenchymzellen zeigen einen Tangentialdurchmesser von ungefähr 0,05—0,08 mm; einen Radialdurchmesser von ca. 0,01—0,02 mm; der Vertikaldurchmesser entspricht annähernd dem Tangentialdurchmesser. Die dem Tangential- resp. Verticaldurchmesser dieser Zellkörper entsprechende Lumengröße beträgt ca. 0,024—0,03 mm; der radiale Lumendurchmesser beträgt ca. 0,001—0,008 mm. Sklerenchymzellen von diesen Ausdehnungsverhältnissen finden sich hauptsächlich an der nach Innen gelegenen Ringgrenze. Die Sklerenchymzellen von mittlerer Größe, die zugleich am meisten vertreten sind, besitzen einen Tangentialdurchmesser von

*) Flückiger, Neues Jahrbuch für Parmacie XXXVI (1871) 293.

ca. 0,036—0,044 mm. diese Größen entsprechen zugleich dem Vertikaldurchmesser; der Radialdurchmesser beträgt ca. 0,02—0,026 mm; die entsprechenden Lumendurchmesser betragen nach der tangentialen und vertikalen Ausdehnung ca. 0,006 mm., nach der radialen ca. 0,004 mm. Die weitlumigeren Sklerenchymzellen führen manchmal braune gerbstoffhaltige Inhaltsstoffe oder Kristalle von oxalsaurem Kalk. Die Hartbastfasern sind ziemlich lang: Bei Behandlung eines Rindenstückchens mit chlorsaurem Kali und Salpetersäure wurden unter den herauspräparirten Hartbastfasern solche von einer Länge bis zu 2,4 mm. angetroffen. Der Querdurchmesser der Hartbastfasern beträgt ca. 0,016 mm., der ihres Lumens ca. 0,002 mm. Die Tüpfelung ist spärlich und sehr schwer erkenntlich. Die Hartbastelemente besitzen eine gelbliche Farbe.

Das Weichbastgewebe ist nur nach Behandlung der Schnitte mit stark oxydirenden Mitteln in seinen Theilen deutlich differenzierbar. Die Siebröhren speziell sind vor der Maceration (mit chlorsaurem Kali und Salpetersäure) nur durch die Siebplatten angedeutet, welche als stärker lichtbrechende Knötchen (Calluspolster) auffallen. Das obliterirte Gewebe ist nicht überall in gleichem Maße ausgebildet und tritt öfters fast ganz zurück; es ist leicht erkenntlich, indem die Lumina der Siebröhren und Geleitzellen auf schmale Spälte reduzirt sind.

Die Siebröhren des nicht dauernd obliterirten Siebtheils treten nach der oben erwähnten Behandlung der Schnitte deutlich hervor; sie sind zu mehreren nebeneinander gelagert und mit Geleitzellen versehen. Die Siebplatten folgen aufeinander in Abständen von 0,08—0,13 mm.; dieselben sind durchweg schwach geneigt und oben und unten mit Calluspolstern versehen; eine feine Perforation der Siebplatten ist deutlich sichtbar. Sämmtliche Siebplatten sind nach oben oder unten Ω-förmig ausgebogen. An den Siebplatten ist stets reichlich Stärke in sehr feinen Körnchen (transitorische Stärke) abgelagert; dieselbe zieht sich von den Siebplatten ausgehend in nach unten allmählig verschwindenden Zügen an den Wandungen der Röhre hin. Das Querschnittslumen der Siebröhren ist wie gewöhnlich an den Siebplatten am größten und verengert sich an den zwischenliegenden Strecken derselben; der durchschnittliche Querdurchmesser beträgt ca. 0,028—0,03 mm; die Siebplatten folgen aufeinander in Zwischenräumen von 0,08—0,13 mm.

Das parenchymatische Gewebe des Weichbastes außer den Rindenstrahlen besteht aus etwas in der Richtung der Achse gestreckten Zellen, deren Tangential- und Verticaldurchmesser zwischen 0,03 und 0,06 mm. liegen; der Radialdurchmesser betägt ca. 0,01—0,016 mm. Auf dem Quer- und Längsschnitte erscheinen die Zellen unregelmäßig länglich viereckig. Im Lumen dieser Zellen liegen von der Zellwand losgelöste schlangenförmig gewundene plasmatische Inhaltsstoffe von schwach gelblicher Farbe. Die Rindenstrahlen lassen sich besonders auf dem Radialschnitt deutlich erkennen, weil ihre Zellen von dem übrigen Weichbastparenchym einestheils durch die Verschiedenheit der Gestalt, anderntheils dadurch scharf abheben, daß sie zum großen Theile mit braunem gerbstoffhaltigem

Inhalt erfüllt sind. An den Stellen, wo sich die Rindenstrahlen in der Mittelrinde verlieren treten hauptsächlich die bei der Beschreibung der Mittelrinde erwähnten Parenchymzellen mit braunem gerbstoffhaltigem Inhalte auf. Der Tangentialdurchmesser der Rindenstrahlzellen beträgt 0,028—0,03 m; der Vertikaldurchmesser 0,03—0,04 mm., der Radialdurchmesser ca. 0,008—0,009 mm. Die gerbstoffhaltigen Inhalt führenden Zellen eines Rindenstrahlcomplexes liegen theils einzeln zerstreut, theils sind sie in radiären Reihen angeordnet oder auch zu 3 bis 4 in verticaler Richtung übereinander gelagert; der häufigste Fall ist die Anordnung in einzelnen radiären Reihen mit öfteren Unterbrechungen durch Zellen ohne braunen Inhalt. Auf dem Tangentialschnitt durch den Weichbast erscheinen letztere Rindenstrahlreihen als annähernd isodiametrische sich vom übrigen Gewebe scharf abhebende mit braunem, von der Zellwand etwas losgelöstem, Inhalt erfüllte Zellen; bei tieferer Einstellung erkennt man häufig, daß (je nach der Dicke des Schnittes) zwei oder drei solche Zellen in radiärer Richtung übereinander liegen.

Außer den bis jetzt angegebenen Elementen kommen im Weichbastgewebe als mechanische Elemente neben den bereits erwähnten meist kristallbesetzten Hartbastfasern noch einzelne wenige Sklerenchymzellen vor.*)

Im Verhältniß zur Ausbildung der andern Gewebeschichten der Rinde besitzt der Weichbast etwa dieselbe Mächtigkeit, wie Sklerenchymring, Mittelrinde und Außenrinde zusammen. Bei einer Rinde von 0,39 mm. Radialdurchmesser kamen auf das Periderm 0,06 mm., auf die Mittelrinde 0,1 mm., auf den Hartbastring ca. 0,03 mm. und auf den Weichbast 0,2 mm.

b) Das Holz.

1. Die Gefässe

lassen auf dem Querschnitt eine radiale Anordnung, wenn auch nicht von besonderer Deutlichkeit, erkennen und sind ziemlich weitlumig und zahlreich vorhanden. Bei den Gefässen des secundären Holzes beträgt der durchschnittliche Querdurchmesser ca. 0,06—0,08 mm., bei denen des primären Holzes etwa 0,03 mm. Die Gefäßdurchbrechung ist eine durchweg einfache. Die Durchbrechungsebenen (Berührungsstellen der Enden der einzelnen Gefäßglieder) sind schief geneigt, die Durchbrechungsstellen selbst rund oder elliptisch, manchmal besteht die Durchbrechung auch aus zwei runden an den Berührungsstellen in einander übergehenden Löchern; dieser Fall kommt besonders bei primären, aber auch bei secundären Holzgefässen vor. Die

*) In einem Falle fand ich in dem Rindengewebe an einer kantig verdickten Stelle einen auffallend großen Komplex dicht aneinander schließender Sklerenchymzellen, die sämmtlich sehr starke Membranverdickung zeigten. Er war von Rindenstrahlen durchsetzt, deren Zellen sowohl durch die horizontale Richtung des Strahls als auch durch ihren braunen Inhalt leicht erkenntlich waren; ihre Wandungen selbst waren aber ebenfalls sklerenchymatisch verdickt. Der Querdurchmesser dieser Sklerenchymgruppe betrug ca. 0,2 mm; der Verticaldurchmesser nahezu 1 mm.

einzelnen Gefäßglieder besitzen auffallend lange sich allmählig zu schmalen Zipfeln verengernde Fortsätze; während die Gefäßglieder zwischen den Durchbrechungen eine Länge von 0,3—0,4 mm. besitzen, erreichen die Endfortsätze eine Länge von 0,1 mm. In der nächsten Umgebung des Markcylinders finden sich englumige Spiralgefässe, deren Spiralen bei der Präparation der Schnitte öfters losgerissen werden. An weitlumigeren oder secundären Holzgefässen ist keine spiralige Membranverdickung vorhanden, doch läßt sich eine spiralige Anordnung der dort reichlich vorhandenen Hoftüpfel nicht verkennen. Als Uebergang zwischen den Spiralgefässen und den letzteren dürften vielleicht im primären Holze vorkommende Gefässe mit treppenförmiger Tüpfelung bezeichnet werden. In Berührung mit Markstrahlparenchym zeigen die Gefässe neben Spalthoftüpfelung große rundliche Tüpfel mit feiner Behöfung. Im ersteren Falle ist die Hoftüpfelung eine einseitige, indem der Tüpfel auf der Innenfläche der Gefäßmembran einen kurzen geraden Spalt darstellt, welcher sich trichterartig bis zur Außenfläche derselben erweitert und dort einen kreisförmigen oder elliptischen Hof zeigt; genau mit diesem korrespondirend schließt sich der einfache Tüpfel der Markstrahlzelle an. Die großen rundlichen schwach behöften Tüpfel bei Berührung von Markstrahlparenchym und Gefäßwand stehen oft so dicht neben einander, daß das Bild einer netz- oder leiterförmigen Membranverdickung entsteht.

In Berührung mit Holzprosenchym erscheint die Gefäßwand wie oben angegeben hofgetüpfelt, doch tritt die Tüpfelung an der Prosenchymzellwand fast ganz zurück, nur schwer gelingt es einen mit der Hoftüpfelung der Gefäßwand korrespondirenden Tüpfelkanal der Prosenchymwand zu beobachten. Bei angrenzendem Holzparenchym erscheint die Gefäßwand in derselben Weise hofgetüpfelt wie beim Markstrahlparenchym. Die Tüpfel stehen dabei oft so dicht gedrängt, daß die Außenhöfe rhombischen spiralig angeordneten Feldchen gleichen und die Gefäßwandverdickung netzartiges Aussehen erhält.

Die Gefäße stehen öfters zu mehreren zusammen und zwar meist in radialer Richtung nebeneinander vorwiegend zu zweien manchmal auch zu dreien oder vieren. Bei gegenseitiger Berührung der Gefäße findet ebenfalls Hoftüpfelung statt. Die Spalten (Innenhöfe) aller Gefäßhoftüpfel haben horizontale Richtung.

2. Das Holzprosenchym

bildet die Hauptmasse des Holzkörpers. Die Holzprosenchymzellen zeigen deutliche radiale Anordnung und relativ enge Lumina. Die Größe der letzteren ist kleinen Schwankungen unterworfen: die dem Kambium zunächstliegenden Holzprosenchymzellen besitzen ein Lumen von ca. 0,016—0,02 mm. Querdurchmesser. Bei einem etwa dreijährigen Achsentheil (die Jahresringe lassen sich nicht leicht wahrnehmen) verengerten sich die Lumina vom Kambium dem

Marke zu fortschreitend bis etwa zur Mitte des Holzcylinders; die Lumina zeigten dort einen Querschnittsdurchmesser von ca. 0,002 mm. Von hier ab nahm die Lumengröße allmählig wieder zu. Der Querschnittsdurchmesser der Holzprosenchymzellen selbst beträgt 0 02—0,03 mm; ihre Länge beträgt 1,5—2 mm. Die Enden dieser Zellen spitzen sich allmählig zu; an den äußersten Enden der Fasern sind überall kleine Ausbuchtungen vorhanden, die mit Gabelungsansätzen verglichen werden könnten. Die Tüpfelung der Holzprosenchymzellen ist sowohl was Anordnung als Ausbildung der Tüpfel betrifft keine gleichmäßige. Die Tüpfel stellen Spalten von wechselnder Größe und Richtung dar; auch das Vorhandensein derselben ist an verschiedenen Fasern bald reichlicher bald spärlicher. An Holzprosenchymzellen mit ziemlich stark verdickten Wandungen kommen die Tüpfelspalten häufig in linksaufsteigender Spirale vor; dieselbe steigt oft äußerst steil an, so daß die Spalten nahezu vertikal gerichtet sind. Die Spalten sind dabei bald verschwindend klein, bald ziemlich derb und langgezogen. Außer den spiralig angeordneten Spalten kommen auch quer verlaufende vor; ferner treten mehrfach sogenannte Querbruchspalten, Verschiebungen und Knickungen im Bau der Membran (plis de flexion)*[1]) auf, wie sie auch an Baſtzellen von Urtica, Böhmeria und Humulus*[2]) beobachtet wurden. Die zartwandigeren prosenchymatischen Elemente, sind auf ihrer innersten Membranlamelle vielfach noch mit plasmatischen*[3]) Resten bedeckt. An Gestalt kommen diese Elemente den engerlumigen vollkommen gleich, zeigen manchmal eine in sehr steiler Spirale verlaufende feine zierliche Streifung mit zahlreichen in derselben Richtung verlaufenden röthlich durchschimmernden langgezogenen Spälten. Besonders deutlich ist dies an isolirten Holzfasern (durch Kochen eines Holzstückchens mit chlorsaurem Kali und Salpetersäure) zu beobachten. Im übrigen besitzen jedoch die dünnwandigeren plasmaführenden Prosenchymzellen nicht so lang gestreckte Spalttüpfel, wie die stark verdickten auch sind die Tüpfel meist spärlicher vorhanden. Die Tüpfelung der Holzprosenchymzellen ist stets einfach.

Unter den prosenchymatischen*[4]) Elementen sind die in geringerem Maße vorhandenen Tracheïden aufzuführen, da sie sich durch ihre langgestreckte Form den Holzfasern nähern. Sie sind von diesen jedoch leicht unterscheidbar durch Dünnwandigkeit, Tüpfel-

*[1]) Vergl. Münchener akad. Sitzungsberichte 1864: Nägeli, „Bau der vegetabilischen Zellmembran;" Höhnel, „Ueber den Einfluß des Rindendruckes auf die Beschaffenheit der Baſtfaser der Dicotylen." Pringsheims Jahrbuch XV., S. 311.

*[2]) Vergl. Tschirch, „Angewandte Pflanzenanatomie" Wien und Leipzig 1889. Band I., p. 293 Fig. 534, v.

*[3]) Vergl. Hesselbarth, „Beiträge zur vergleichenden Anatomie des Holzes." Inauguraldissert., Leipzig 1579, Zellinnhalt p. 14, Abs. 4.

*[4]) Vergl. Solereder „Ueber den systemat. Werth der Holzstruktur bei den Dicotyledonen." München 1885, p. 9, Anmerk. 1).

reichtum und abweichende Beziehungen der Tüpfelform zu den Parenchym- und Markstrahlzellen. Ihre Länge kommt derjenigen der Holzfasern oft ziemlich nahe (1—1,2 mm). Die Tüpfelung entspricht derjenigen der Gefässe und zeigt wie dort deutliche spiralige Anordnung.

Als Uebergangsform der Tracheïden zu den Gefässen treten Elemente auf, die in Gestalt und Tüpfelung den Tracheïden entsprechen, aber an dem einen oder andern Ende manchmal schon Durchbrechungen in Form eines ovalen Loches zeigen. Wie sich eine scharfe Sonderung des Holzprosenchyms und der als Tracheïden bezeichneten Elemente unmöglich durchführen läßt, so lassen sich auch zwischen Gefässen und gefäßähnlichen Tracheïden keine scharfen Grenzen ziehen, wie überhaupt die Auffassung des Begriffes „Tracheïden" bei den verschiedenen Autoren verschiedene Deutungen erfährt. Es seien nur Möller*[1]), Sachs*[2]), Sanio*[3]), De Bary*[4]), Hesselbarth*[5]), Lürssen*[6]) erwähnt.

3. Holzparenchym

ist in ziemlicher Menge vorhanden und hebt sich deutlich von dem die Hauptmasse bildenden Holzprosenchym ab. Bei normal ausgebildeten (von knotigen Anschwellungen freien) Achsentheilen kommt es hauptsächlich in Form von Querbändern, ähnlich wie bei Lignum Campechianum*[7]) und Lign. Quajaci*[7]) vor, und stellt dadurch Ueberbrückungen zwischen den Markstrahlen dar. Auf dem Querschnitt erscheinen die Bänder als einzelne zwischen Prosenchymzellen eingekeilte in tangentialer Richtung neben einander gereihte Zellen. Die Querbänder sind vielfach hin- und hergebogen, öfters auch unterbrochen. Die Lumina sind weit und eckig; ihr Tangentialdurchmesser übertrifft meistens den Radialdurchmesser um Weniges. Neben diesem Querbandparenchym (metatracheales Parenchym nach Sanio*[8])) kommt noch den Gefässen und Markstrahlen anliegendes Parenchym vor. Auffallend oft treten einzelne den Markstrahlen anliegende und (auf dem Querschnittsbilde) meist mit spitzem Winkel in das Holzprosenchym einspringende Parenchymzellen auf; diese und die Querbänder charakterisiren das Bild des Holzquerschnittes (s. Taf. I).

---

*[1]) Vergl. Möller, „Beiträge zur vergleichenden Anatomie des Holzes." Denkschriften der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften zu Wien 1876. Bd. 36, S. 51 und 5.

*[2]) Sachs, Lehrbuch, 4. Auflage p. 118 und 119.

*[3]) Sanio, „Vergleichende Untersuchungen über die Elementarorgane des Holzes;" botan. Zeitung. 1863.

*[4]) De Bary, „Vergleichende Anatomie der Vegetationsorgane der Phanerogamen und Farne."

*[5]) Hesselbarth, „Beitr. z. vergl. Anatomie des Holzes," p. 3, 7—10

*[6]) Lürssen, „Grundzüge der Botanik." 4. Auflage S. 81 und 82.

*[7]) Vergl. Berg, Atlas, Tafel XXIII, Fig. 65 (Lign. Campechianum), Tafel XXVII Fig. 64 (Lign. Quajaci.)

*[8]) Sanio, Bot. Zeitung 1863, „Stärkemehlführende Pflanzen".

Der Querschnitts-Durchmesser der Parenchymzellen beträgt 0,02—0,03 mm., der Vertikaldurchmesser 0,1—0,15 mm. Auf dem Längsschnitte erscheinen dieselben als cylindrische, in vertikalen Reihen übereinander stehende theils zwischen Prosenchymzellen eingekeilte, theils Gefässe oder Markstrahlen begleitende Zellen, die sehr selten Inhalt führen (am häufigsten in schwächeren Nebenwurzeln); die Zellen der vertikalen Parenchymzüge sind an ihren Berührungsflächen hauptsächlich durch horizontale oder auch durch geneigte Ebenen gegen einander abgegrenzt. Bei gegenseitiger Berührung findet einfache reichliche Tüpfelung statt, die Tüpfel sind klein rundlich, unter sich verschieden groß.

Neben diesem Holzparenchym kommen im Holzkörper und zwar in dem der angeschwollenen Achsentheile größere oder kleinere Partien rein parenchymatischen bis vorherrschend aus parenchymatischen Elementen bestehenden Gewebes vor, deren Entstehung auf eine annomale Zellbildung zurückzuführen ist, welche durch eine an den betreffenden Stellen vorkommende Pilzmycelwucherung hervorgerufen wurde, auf die ich später zurückkommen werde. Die schon bei der makroskopischen Beschreibung erwähnten dunkeln Linien auf dem Längsschnitt oder Querschnitt des Holzes stellen bei der mikroskopischen Betrachtung Gewebeschichten dar, deren Zellen reichlich mit gerbstoffartigem braunem Inhalte erfüllt sind, welcher vollständig von dem fein verästelten Mycel eines Pilzes durchsetzt ist; die Pilzwucherung scheint auf die gerbstoffartigen Bestandtheile der Inhaltsstoffe oxydirende Wirkung (Bräunung) ausgeübt zu haben. Die von dem Pilzmycel befallenen Zellen könnten auf den ersten Blick nur als mit feinkörnigem braunem Inhalt erfüllt erscheinen, da die Hyphen des Mycels einen äußerst geringen Querdurchmesser besitzen und in zierlichen Windungen und Verästelungen den ganzen Zellraum anfüllen. Da wo die Pilzwucherung am intensivsten um sich gegriffen hat, besteht nur ein äußerst loser Zusammenhalt der Zellen, so daß die an den betreffenden Stellen gemachten Schnitte leicht zerfallen, wenn nicht bereits vorher eine völlige Resorption des Zellverbandes stattgefunden hatte. Die Zellen der angrenzenden Gewebepartieen speziell des schon erwähnten parenchymatischen Gewebes sind besonders reich an gerbstoffhaltigen Inhaltsstoffen. Dieselben finden sich abgelagert außer in Holzparenchym- und Markstrahlparenchymzellen auch in Holzprosenchymzellen und Gefässen, welch' letztere sonst nie Inhalt führend angetroffen wurden; sie stellen theils hellgelbe bis dunkelbraune größere und kleinere kugelige an den Wandungen lagernde, theils tiefbraune homogene die Zellen theilweise oder ganz erfüllende Massen dar; auch kommen einzelne zerstreut liegende Kristalle von oxalsaurem Kalke vor; die Zellen der durchziehenden Markstrahlen treten besonders hervor, da sie meist ganz mit braunem Inhalt angefüllt sind und auch fast regelmäßig die genannte Mycelwucherung darin erkennen lassen.

Die aus lauter Parenchymzellen bestehenden Schichten besitzen durchschnittlich einen Radialdurchmesser von 0,5—0,7 mm. Im unmittelbar angrenzenden Gewebe ist das Parenchym noch vorherrschend; allmählig geht dasselbe in sein normales Mengenverhältniß zu den übrigen Gewebeelementen und in die gewöhnliche Anordnung über. Die einzelnen Parenchymzellen dieser Art besitzen auf dem Querschnitt ein unregelmäßig polygonales meist viereckiges Lumen von 0,02—0,03 mm. Durchmesser; auf dem Längsschnitt erscheinen die Zellen mäßig in der Richtung der Achse gestreckt und ebenfalls unregelmäßig polygonal; der Vertikaldurchmesser beträgt 0,04—0,05 mm; sie unterscheiden sich auch noch durch dickere Wandungen von den Parenchymzellen im normal ausgebildeten Holztheile. Die Tüpfelung ist dabei dieselbe.

4) Die Markstrahlen

treten deutlich hervor; sie erscheinen auf ihrem Verlaufe manchmal etwas hin- und hergebogen, weichen aber im Allgemeinen wenig von der radiären Richtung ab. Neben den primären sind auch secundäre Strahlen ausgebildet; auf dem Querschnitt kommen auf ca. 5 mm. der Peripherie des Holzcylinders (eines ca. 4 mm. dicken Achsenstückes) etwa 50 bis 60 Markstrahlzüge (primäre und secundäre). Auf dem Querschnitt erscheinen sie ein- oder zweireihig; auf dem Tangentialschnitte ist entweder der Markstrahlcomplex in seiner ganzen Höhe einreihig oder im mittleren Theile zweireihig, die oberen und unteren Enden der Komplexe sind immer einreihig. Dem entsprechend ist die Breite d. h. der Tangentialdurchmesser der Markstrahlcomplexe an den einreihigen Stellen etwa 0,014 mm., an den zweireihigen Stellen ca. 0,03 mm. groß. Sie erreichen eine beträchtliche Höhe, die auf dem Radialschnitt nicht mit Sicherheit erkannt werden kann, da die Strahlen nicht genau radiär verlaufen. Die Markstrahlcomplexe erscheinen auf dem Tangentialschnitt am häufigsten aus 20 bis 30 Reihen zusammengesetzt; daneben kommen sie in Höhen-Abstufungen von 3 bis 53 Reihen vor. An dem oberen und unteren Ende der Komplexe sind die Zellen der Reihen stets kleiner als in der Mitte. Auf dem Querschnitte verkleinern sich die Markstrahlzellen dem Marke zu; ihr Lumen erscheint nur wenig radiär gestreckt, in den meisten Fällen ist es annähernd quadratisch oder unregelmäßig rundlich polygonal. Der Radialdurchmesser der Markstrahlzellen im secundären Holze beträgt ca. 0,03—0,04 mm., im primären Holze ca. 0,02 mm.; der Tangentialdurchmesser im secundären ca. 0,025 mm., im primären ca. 0,013 mm. Auf den Tangentialschnitten erscheinen die Zellen abgerundet rechteckig; ihr Vertikaldurchmesser beträgt 0,04—0,05 mm. Auf dem Radialschnitt erscheinen die Zellen der Markstrahlcomplexe annähernd quadratisch bis rechteckig und zwar herrscht die in der Richtung der Achse gestreckte rechteckige Form vor, was auch in den angegebenen Messungen ausgedrückt

ist. An den Stellen, wo die Komplexe aus dem Marke austreten sind die Zellen der einzelnen Reihen stark in der Richtung der Achse gestreckt; ihr Vertikaldurchmesser beträgt dort ca. 0,08 mm., der Radialdurchmesser dagegen nur ca. 0,02 mm. Der Tangentialdurchmesser ca. 0,013 mm. Im weiteren radiären Verlaufe spalten sich aber die einzelnen Reihen (durch Querwandbildung) in Doppelreihen, deren Zellen anfänglich (auf dem Radialschnitt) quadratische Form besitzen und später die gewöhnliche rechteckiglängliche Gestalt von den oben beschriebenen Dimensionen annehmen.

Die Markstrahlzellen führen ab und zu braune gerbstoff- resp. proteïnhaltige Inhaltsstoffe; Stärke war nicht nachweisbar; von den Parenchymzellen sind sie leicht unterscheidbar, sowohl durch ihre Gestalt als durch stärkere Zellwand und reichliche feinere Tüpfelung bei gegenseitiger Berührung. In Berührung mit Holzparenchym ist die Tüpfelung einfach. Die Tüpfelung der Holzgefässe beeinflussen sie in der Weise, daß bei Berührung, der Gefäßwand mit Markstrahlparenchym, letztere durch sehr große unregelmäßig rundliche einfache Tüpfelung (mit verschwindender Behöfung) ein netzartiges oder an leiterförmige Durchbrechungen erinnerndes Aussehen erhält; neben dieser Tüpfelung tritt noch einseitige Hoftüpfelung auf.

5) Das Mark.

Der Markcylinder besitzt einen Querdurchmesser von durchschnittlich 0,5—0,6 mm.; Querfächerungen oder Lücken waren im Markgewebe nirgends zu beobachten. Die Zellen sind ungleich groß; auf dem Querschnitt zeigen sie rundlich polygonale, auf dem Längsschnitte annähernd quadratische bis rechteckige Lumina. Auf dem Längsschnitte fallen aus länglichen Zellen bestehende vertikale Zellzüge im Gewebe auf; dieselben verlaufen einzeln oder zu zweien neben einander; sie heben sich vom übrigen Gewebe deutlich ab; besonders auch dadurch, daß ihre Zellen braune homogene gerbstoffhaltige, an ihren Wandungen abgelagerte Massen enthalten.

Während die kleineren Zellen des übrigen Markgewebes einen Querdurchmesser von 0,03—0,04 mm., die größeren einen solchen von ca. 0,06 mm. besitzen, zeigen die an den Zellzügen theilnehmenden Zellen einen Querdurchmesser von durchschnittlich 0,035 mm. Bei den größeren und kleineren gewöhnlichen Markzellen entspricht der Vertikaldurchmesser annähernd dem Querdurchmesser; bei den länglichen Zellen der Züge beträgt er ca. 0,085 mm.

Die gewöhnlichen Markzellen besitzen theils Inhaltsstoffe von derselben Beschaffenheit wie bei den Zellzügen, theils führen sie oft ziemlich große Kristalle von oxalsaurem Kalk; außerdem fanden sich gelbliche, kugelig oder unbestimmt geformte Inhaltsstoffe vor. In mehreren Fällen (besonders bei schwächeren Achsenstücken) waren Spuren von Chlorphyll im Markgewebe zu finden. Die Markzellen besitzen ungleich große oft sehr kleine porenartige Tüpfel. Die Membranverdickung ist normal und überall gleichmäßig.

II. Anatomie der Wurzel.

a) Die Rinde.

1) Außenrinde.

Die Epidermiszellen der Wurzel sind im Allgemeinen etwas größer und zugleich schwächer cuticularisirt, als die des Stammes. Der radiale Durchmesser beträgt ca. 0,012 mm., der tangentiale 0,04 mm., der vertikale 0,04—0,05 mm. Sie besitzen meist gelbe feinkörnige plasmatische Inhaltsstoffe.

Die Korkschichte besitzt durchschnittlich dieselbe Mächtigkeit wie beim Stamm (4—5 Zelllagen); doch sind die einzelnen Zelllagen beim Stammkorke etwas gleichmäßiger ausgebildet als hier; hauptsächlich an stärkeren Wurzeltheilen (Hauptachse) ist die radiale Ausdehnung der Zellen der einen oder anderen Lage (meist der zweiten unter der Epidermis) größer, als bei den übrigen Zelllagen. In diesem Falle übertrifft dann der Radialdurchmesser der einzelnen Zellen den vertikalen und tangentialen um Einiges oder kommt diesen gleich. Bei den normalgroßen Korkzellen beträgt der Radialdurchmesser 0,012 — 0,014 mm., der Tangentialdurchmesser 0,003—0,04 mm., der Vertikaldurchmesser ca. 0,03 mm. Bei den Zellen mit besonders großer radialer Ausdehnung beträgt der entsprechende Radialdurchmesser ca. 0,025—0,03 mm.; die anderen Dimensionen sind wie bei den normalen Zellen. Die Korkzellen unterscheiden sich von denen der oberirdischen Theile noch dadurch, daß sie eine sehr zarte Zellmembran besitzen und äußerst selten und dann auch braunen gerbstoffhaltigen Inhalt führen.

2) Die Mittelrinde.

Die Mittelrindenschichte ist bei der Wurzel nicht so deutlich begrenzt, wie bei der Stammrinde, wo der dort bezeichnete „Sklerenchymring" Mittel- und Innenrinde scheidet. Die mechanischen Elemente (Hartbastfasern und Sklerenchymzellen) liegen hier in der Mittel- und Innenrinde einzeln oder in kleineren Gruppen zerstreut. Unmittelbar auf das Korkgewebe folgt eine nicht an allen Theilen gleich stark entwickelte Schichte collenchymatisch verdickten Gewebes, das durchschnittlich aus 6—7 Zelllagen besteht. Der Radialdurchmesser dieser Zellen beträgt ca. 0,02—0,023 mm., der Tangentialdurchmesser ca. 0,06 mm., der Vertikaldurchmesser ca. 0,04 mm. Sie enthalten gelbliche plasmatische Inhaltsstoffe, die auf Einwirkung von Kalilauge zu öligen Tröpfchen zerfließen. Die Zellen des übrigen primären Rindenparenchyms sind verschieden groß; auf dem Querschnitt erscheinen sie mehr oder weniger tangential gestreckt oder an gewissen Stellen auch isodiametrisch. Der Radialdurchmesser beträgt 0,02—0,03 mm., der Tangential- und Vertikaldurchmesser stimmen in der Größe ziemlich mit einander überein; sie kommen

in verschiedenen Ausdehnungen: von 0,04—0,12 mm. vor; die am häufigsten vorkommende Größe ist 0,08 mm. Die Inhaltsstoffe sind theils von der Art, wie sie beim collenchymatischen Gewebe angegeben wurden, theils bestehen sie aus größeren homogenen braunen Klumpen, welche die Zellen ausfüllen und deutliche Gerbstoffreaction geben. Die Wände dieser Zellen erscheinen im Vergleich zu denen der umgebenden Zellen öfters gelb und werden durch Eisenchlorid ebenfalls geschwärzt (Gerbstoffaufnahme).*) Die mechanischen Eelemente bestehen vorwiegend aus einzelnliegenden Hartbastfasern, und nur sehr spärlich auftretenden Sklerenchymzellen. Die ersteren kommen an Länge den Hartbastfasern der Stammrinde gleich (bis zu 2,5 mm.); ihr Querschnittsdurchmesser dagegen wechselt sehr, auch zeigen sie in ihrem Verlauf mehr Ausbiegungen und Unregelmäßigkeiten, indem sie sich oft plötzlich verengern, so daß ihre Enden oft bayonettförmig auslaufen. Auf dem Querschnitt zeigen sie neben kreisrunden oder rundlichen Durchschnittsflächen oft auch dreieckige oder polygonale; sie besitzen wie im Stammholz gelbliches Aussehen.

Der Querschnittsdurchmesser beträgt 0,012—0,03 mm. Die Membranverdickung ist bei den einzelnen Bastfasern verschieden, so daß das Lumen bald verschwindend klein erscheint, bald der Dicke der Bastfasern entsprechend einen Querdurchmesser bis zu 0,015 mm. zeigt. Manchmal sind die Bastfasern von Kristalle führenden Zellen (Kristallschläuchen) begleitet, wie dies auch in der Stammrinde beobachtet wurde. Die Sklerenchymzellen liegen meist einzeln zerstreut; in einigen Fällen wurden sie in vertikaler Richtung übereinander gelagert angetroffen, so daß sie bastfaserähnliches Aussehen zeigten; durch ihre reichliche Tüpfelung u. s. w. sind diese Sklerenchymgruppen aber leicht von den wahren Bastfasern zu unterscheiden.

3) Die Innenrinde.

Das Weichbastparenchym besteht aus zartwandigen Zellen, die einen Radialdurchmesser von 0,015—0,025 mm. besitzen; ihre Tangential- und Vertikaldurchmesser sind gleich groß und betragen ca. 0,07 mm.; ihr Inhalt besteht aus kleinen farblosen bis gelblichen Körnchen, die in geringer Anzahl den Zellwänden anliegen und auf Einwirkung von Kalilauge ebenfalls zu öligen Tröpfchen zerfließen.

Die Siebröhren sind im Allgemeinen in der Wurzelrinde etwas stärker verschleimt als in der Stammrinde, doch lassen sich ebenso vollständig obliterirte und theilweise (nicht dauernd) obliterirte Sieb-Elemente unterscheiden. Besonders deutlich treten die nicht völlig verschlossenen Siebröhren auf dem Querschnitt hervor, wenn man Stärkereactionen anstellt, die in den Siebröhren stets vorhandenen kleinen Körnchen transitorischer Stärke werden durch

*) Vergl. Flückiger und Tschirch, „Grundlagen der Pharmakognosie" Berlin, 1885, S. 119.

Einwirkung von Jod-Jodkaliumlösung sofort rothbraun bis schwärzlich gefärbt.*)

Die Siebröhren zeigen an den Siebplatten eine Weite von ca. 0,06 mm. Durchmesser, an den zwischenliegenden Strecken von ca. 0,006 mm. Die Siebplatten sind oben und unten mit einem Callus-polster bedeckt, fein perforirt und verbogen, auch mehr oder weniger schief gestellt; sie wiederholen sich in Zwischenräumen von ca. 0,04—0,08 mm.

Im Weichbastgewebe liegen die Hartbastelemente unregelmäßig zerstreut wie in der primären Rinde; während jedoch in der letzteren mehr die einzelnen Bastfasern und Sklereïden anzutreffen sind, finden sich die (aus 4—9 Fasern bestehenden) Gruppen mehr im Weichbast. Diese sind stets reichlich mit krystallführenden Zellen besetzt, doch ist eine Verzahnung derselben mit den Hartbastfasern, wie dies in der Stammrinde zutrifft, hier nicht zu beobachten.

Die Rindenstrahlen sind schon auf dem Querschnitte, mehr noch auf dem Radialschnitte deutlich sichtbar und lassen sich ziemlich weit in die Rinde hinein verfolgen (bei Rinden stärkerer Wurzelachsen waren bis aus 24 Zellen bestehende Rindenstrahlreihen zu beobachten.) Die Rindenstrahlzellen führen reichlich gerbstoffhaltigen braunen Inhalt; an Größe u. s. w. kommen sie den in der Stammrinde vorkommenden völlig gleich.

b) Das Holz.

Die Holzstruktur ist im Wesentlichen übereinstimmend mit derjenigen des Stammholzes.

1) Die Gefässe

sind auch hier mehr oder weniger deutlich radial angeordnet. Ihre Lumengröße wechselt mit ihrer Lage: die im centralen Theile des Holzkörpers liegenden Gefässe sind ziemlich englumig: ca. 0,026 mm. Querdurchmesser; die in nächster Umgebung liegenden Gefässe zeigen einen Querdurchmesser von ca. 0,046—0,05 mm. Die größeren Gefässe des übrigen Holzkörpers besitzen ein Lumen von 0,07—0,09 mm. Durchmesser.

Die Perforation, die Länge und Beschaffenheit der einzelnen Gefäßglieder, die Tüpfelbeziehungen zu anderen Holzelementen wie Holzparenchym, Prosenchym, Markstrahlparenchym ꝛc. sowie die Anordnung und das Mengenverhältniß der Tüpfelung sind wie beim Stammholz.

2) Das Holzprosenchym

ist im Wurzelholze nicht ganz so reichlich vorhanden wie im Stammholze; auch hier ist die Lumenweite der Prosenchymfasern nicht durchweg constant. Dieselbe schwankt zwischen 0,001—0,003 mm.

*) Flückiger und Tschirch, „Grundlagen der Pharmakognosie," S. 106, Abs. 3.

Querdurchmesser und zwar sind die Lumina der im centralen Theile und an der Peripherie des Holzcylinders gelegenen Prosenchymfasern etwas weitlumiger, als derjenigen im mittleren Theile.

In Berührung mit Holz- oder Markstrahl-Parenchym tritt neben sehr kleiner einfacher oder Kleinhoftüpfelung, sehr kleine Spalthoftüpfelung auf, wobei der Spalt (der Prosenchymwand) größer ist, als der runde Tüpfel der Parenchymwand. In Berührung mit Gefässen tritt ebenfalls einseitige (Spalt-)Hoftüpfelung auf; der Spalttüpfel der Prosenchymwand, ist dabei nicht größer, als der kreisrunde bis elliptische Außenhof des Gefäßtüpfels.

Die Länge und Gestalt sowie die Struktur der Membran der Holzprosenchymzellen ist wie beim Stammholze. Auch hier tritt erst nach der Maceration des Holzes (mit chlorsaurem Kali und Salpetersäure) bei einigen Prosenchymfasern die schon beim Stammholz beschriebene feine spiralige Streifung auf. Letztere ist besonders im mittleren Theile der Fasern deutlich zu beobachten; wenn sie an den Enden sichtbar ist, so steigen die Spiralen nicht steil an wie in der Mitte, sondern sind mehr horizontal und eng gewunden.

Die Tracheïden des Wurzelholzes sind ebenso beschaffen wie im Stammholze, doch zeigen sie häufiger an den Enden Lochdurchbrechungen, und wären somit nach Lürssen*) unter den Begriff „Tracheen" zu stellen.

3) Das Holzparenchym

ist entsprechend dem geringeren Vorhandensein des Prosenchyms etwas reichlicher vertreten, als im Stammholze. Im Uebrigen zeigt es auf dem Querschnitt bezüglich der kantig zusammengedrückten Lumenform und der Anordnung im Allgemeinen mit dem Parenchym des Stammholzes ein übereinstimmendes Bild. Auf dem Längsschnitte tritt das aus unregelmäßig gestalteten und nur mäßig in der Richtung der Achse gestreckten Zellen bestehende Strangparenchym häufiger auf, als die (im Stammholz vorherrschenden) aus ziemlich langgestreckten vertikal übereinander stehenden cylindrisch gestalteten Zellen bestehenden Parenchymzüge.

Der Vertikaldurchmesser der langgestreckten Parenchymzellen beträgt 0,12—0,2 mm; derjenige der nur mäßig in der Richtung der Achse gestreckten bis zu 0,04 mm; der Querdurchmesser ist für sämmtliche Parenchymzellen gleichbleibend: ca. 0,02—0,03 mm. groß. Hauptsächlich in jüngeren Wurzelachsen führen die Parenchymzellen öfters braunen oder gelblichen gerbstoffhaltigen Inhalt.

4) Die Markstrahlen.

Auf ungefähr 5 mm. der Peripherie des Holzcylinder-Querschnittes (eines ca. 4 mm. dicken Achsenstückes) kommen etwa 40 Markstrahlzüge, also nur um Geringes weniger, als bei den oberirdischen Achsentheilen

*) Lürssen, „Grundzüge der Botanik" 4. Aufl., S. 82.

gleicher Stärke. Dieselben sind ebenfalls ein- bis zweireihig; dem entsprechend beträgt die Breite (der tangentiale Durchmesser) der Markstrahlcomplexe 0,028—0,04 mm. Die Höhe derselben tritt in Abstufungen von 3 — ca. 32 Reihen auf; dabei kommen die ca. 20 Reihen hohen am häufigsten vor. Sie sind meistens auf einer oder beiden Seiten von Parenchym begleitet.

Die einzelnen Markstrahlzellen besitzen einen Vertikaldurchmesser von 0,05—0,06 mm; der Tangentialdurchmesser beträgt am peripherischen Theile des Holzcylinders ca. 0,03 mm. und nimmt dem Zentrum zu bis auf ca. 0,014 mm. ab; ebenso nimmt der entsprechende Radialdurchmesser von ca. 0,028 bis auf ca. 0,017 mm. ab. Die Zellen sind demnach im Ganzen etwas größer, als diejenigen im Stammholze. Was Membranverdickung und Inhaltsstoffe der Markstrahlzellen anbelangt, so stimmen sie darin mit denen im Stammholze überein. Die Tüpfelung bei gegenseitiger Berührung ist sehr reichlich und feinporig; in Berührung mit andern Holzelementen zeigen sie dieselbe Tüpfelung wie die Holzparenchymzellen.

III. Pilzwucherungen in Rinde und Holz der Droge.

Bei sämmtlichen zur Verfügung stehenden Stämmchen und Wurzeln war sowohl in der Rinde als im Holze bei der anatomischen Untersuchung die Wucherung eines Pilzes zu beobachten, der dem bloßen Auge durch keine äußeren Merkmale wahrnehmbar war, wie dies bei dem bereits in der makroskopischen Beschreibung der Droge erwähnten Pilze, der als Ursache der knotigen Anschwellungen angegeben ist, in der dort beschriebenen Weise der Fall ist.

Derselbe ist fast bei allen Theilen der Droge anzutreffen und durch die schwärzlichbraune Farbe seiner Myceläste leicht erkenntlich. Das Mycel wuchert mit Vorliebe im parenchymatischen Gewebe der Rinde oder des Holzes und in den Holzgefässen. In den letzteren treibt es relativ lange verzweigte Schläuche den Wandungen entlang; die Verzweigungen treten dann vielfach durch die Tüpfel in andere Gewebepartieen über. Im Markstrahlparenchym breitet sich das Mycel meist in horizontaler Richtung aus, indem die Hyphen an den Innenwänden der einzelnen Zellen einer Markstrahlreihe sich herumwinden, um dann durch irgend eine Tüpfelöffnung in die in horizontaler Richtung nächstfolgende Zelle zu gelangen u. s. w. In Gefässen, Tracheïden und den aus langgestreckten Zellen bestehenden Parenchymzügen dehnt sich die Pilzwucherung in vorherrschend vertikaler Richtung aus. Die Hyphen sind durch Querwände gegliedert. Diese folgen auf einander in Zwischenräumen von 0,005—0,01 mm. je nach dem Querdurchmesser der Hyphenäste.

In den Gefässen, Tracheïden ꝛc., wo sich der Pilz am ungehindertsten ausdehnen kann, finden sich auch die am stärksten entwickelten Mycelschläuche. Der Querdurchmesser der dort vorkommenden Hyphen beträgt bis zu 0,014 mm. Der Querdurchmesser der kleinsten Myceläste beträgt ca. 0,003 mm. Im Innern der Hyphenglieder sind rundliche ziemlich stark lichtbrechende Körperchen zu beobachten. Die Hyphenwände sind sehr dünn, was sich beim Zusammenschrumpfen eines aufgerissenen Gliedes zeigt; doch sind dieselben gegen Kupferoxydamoniaklösung und selbst gegen concentrische Schwefelsäure sehr widerstandsfähig. Durch ersteres Reagens kann man durch dessen lösende Wirkung auf Cellulose, das Mycel des Pilzes besonders deutlich hervortreten lassen. Für Farbstoffe zeigte die Mycelmembran kein spezifisches Speicherungsvermögen.

In der Nähe der Wucherung wurden mehrfach freiliegende Gonidien gefunden; im Stadium der Abschnürung ꝛc. konnten dagegen nie solche wahrgenommen werden; dieselben scheinen direct auszukeimen und neue Mycelien zu bilden; die aus den Gonidien heraustretenden jungen Mycelfäden sind fast noch farblos. Die Gonidien sind von der Farbe des ausgewachsenen Mycels und von etwa eiförmiger Gestalt; der größere Durchmesser beträgt ca. 0,0003, der kürzere ca. 0,00025 mm.

Im Holzkörper treten nie dicht verschlungene Mycelcomplexe auf, dagegen finden sich solche häufig im primären Rindenparenchym besonders bei der Wurzelrinde. Sie stellen kleinere oder größere oft ganz an der

Peripherie gelegene aus dicht in einander verschlungenen Hyphen bestehende Komplexe dar; die Farbe der Hyphenglieder ist dabei dunkler, als bei den mehr im Innern der Achsen vorkommenden Mycelien. Sie stellen die bei der makroskopischen Beschreibung erwähnten „schwarzen Fleckchen" der Rinde dar.

Der kleinere Pilz ist als solcher nur bei ziemlich starker Vergrößerung (ca. 350 fach) zu erkennen, da er aus auffallend kleinen überaus reich verzweigten Mycelfäden besteht, welche die befallenen (immer Inhalt führenden) Zellen, soweit der Inhaltsstoff reicht, durchsetzen. Ueber das Vorkommen und die Wucherungsausdehnung, sowie über die physiologische Bedeutung dieses Pilzes habe ich theils in der „Beschreibung der makroskopischen Verhältnisse der Droge," theils in der „Beschreibung der anatomischen Verhältnisse" unter „Holzparenchym" berichtet.

Was den Einfluß des Pilzes auf das Wachsthum des Holzes anbelangt, so habe ich daran anschließend noch beizufügen, daß der Pilz an einigen Stammstücken der Droge angetroffen wurde, ohne daß sich dabei eine Veränderung in der Struktur der an die durchwucherte Schichte angrenzenden Gewebepartien gezeigt hätte. Die Wucherung war in der gewöhnlichen Weise ausgedehnt, ebenso ein reichlicheres Vorhandensein von Zellinhaltsstoffen an den vom Mycel befallenen Stellen zu beobachten. Auf den Längsschnitten erschienen die vom Pilz durchwucherten (und durch ihn wahrscheinlich in ihrer chemischen Natur veränderten) Inhaltsstoffe der Zellen als schwarze in unregelmäßigen Kurven (vorherrschend vertikal) verlaufende Linien ohne Umsäumung. Die Mycelien besitzen eine gelbliche Farbe; Quergliederung der Hyphenästchen ist nicht vorhanden; ebenso konnten keine Körperchen in denselben beobachtet werden. Ihr Querdurchmesser beträgt nur ca. 0,0003 mm! und bleibt in dieser Größe ziemlich constant.

Der Pilz scheint sich auf analoge Weise, wie der oben beschriebene größere zu verbreiten: Es wurden auch hier mehrmals kleine rundliche hellgelbe Körperchen beobachtet, aus denen farblose, sehr zarte Mycelfäden hervorzudringen schienen. Der durchschnittliche Durchmesser dieser wohl als Gonidien aufzufassenden Körperchen betrug 0,00015 mm.

Bei der Untersuchung der „schwarzen Fleckchen" der Rinde trat neben den oben angegebenen Mycelcomplexen des „großen" Pilzes auch der „kleine" Pilz in ähnlicher Form auf; doch waren die Hyphen von derselben Farbe, wie im Holzkörper.

Beide Pilze wuchern oft an derselben Stelle nebeneinander.

IV. Mikrochemische Reactionen.

Es wurde bereits bei der anatomischen Beschreibung der Droge gelegentlich auf die chemische Natur der vorkommenden Zellinhaltsstoffe hingewiesen. Letztere beschränken sich im Wesentlichen auf die Rinde, die Markstrahlen und das Mark. Außerdem kommen sie, wie schon*) erwähnt in denjenigen Gewebepartieen, welche die bekannten Anschwellungen an den Stämmchen verursachen, reichlich vor und zwar in diesem Falle in allen daran theilnehmenden Elementen. Im Uebrigen kommen in Gefässen, Holzparenchym und Holzprosenchym fast gar keine Inhaltsstoffe vor; nur bei jüngeren Nebenwurzeln wurde in Holzparenchymzellen öfters Inhalt angetroffen.

Am reichlichsten wurden die braunen nach den damit angestellten Reactionen der Familie der Gerbstoffe angehörigen Inhaltsstoffe vorgefunden und zwar an allen untersuchten Theilen der Droge.

Die Reaction mit verdünnter Eisensalzlösung trat besonders deutlich ein, nachdem die braunen Stoffe zuvor mit Kalilauge zum Quellen gebracht und hierauf mit Essigsäure nachgewaschen waren. Die Schwärzung zeigte keinen bestimmten blauen oder grünen Ton; es wurden bei verschiedenen Versuchen beide Farben und auch Uebergänge beobachtet, was darauf schließen läßt, daß wohl verschiedene Gerbstoffe zugleich in der Droge vorkommen. Letztere finden sich in tiefbraunen bis hellbraunen (Oxydationsstufen) homogenen die Zellen ganz oder theilweise ausfüllenden unbestimmt oder kugelig geformten Massen vor.

Proteïnsubstanzen treten im Ganzen nicht in erheblicher Menge auf; am reichlichsten in der Innenrinde und an den Stellen des Holzkörpers, wo durch intensive Pilzwucherung eine Zellresorption oder Zerklüftung stattgefunden hat. Durch die bekannte Xantoproteïnreaction mit Salpetersäure und Ammoniak traten diese Stoffe sehr deutlich gelb hervor; dagegen wurde mit dem Millon'schen Reagens (salpetersaures Queckfilberoxydul) keine rothe Färbung der Proteïnsubstanzen hervorgerufen, was ja meistens ausbleibt, wenn letztere nicht in erheblicher Menge vorhanden sind.

Stärke war nur in sehr geringer Menge anzutreffen; trotz zahlreicher Versuche, war dieselbe nur in den Siebröhren als transitorische Stärke mit Sicherheit zu erkennen. Auf Zufluß von Jod-Jodkaliumlösung trat hier sofort rothbraune rasch schwarzviolett werdende Färbung der Körnchen ein.

Die schon früher als oxalsaurer Kalk bezeichneten Kristalle wurden als solcher durch die üblichen Reactionen (Unlöslichkeit in Oxalsäure und Essigsäure, Löslichkeit ohne Aufbrausen in Salzsäure, Salpetersäure 2c.) erkannt; mit concentrischer Schwefelsäure in Berührung gebracht lösten sich die Kristalle sehr rasch; dabei blieb ihre Plasmahülle noch einige Momente bestehen, schwärzte sich dann und zog sich zu einem dunkeln Klümpchen zusammen. Nach einiger Zeit traten dann die charakteristischen Spieße von Calciumsulfat auf.

*) Vergl. Holzparenchym (Stamm), S. 20.

Zur Prüfung auf Alcaloïde wurde ein ziemlich concentrirter wässeriger Auszug des Holzes dargestellt; derselbe wurde mit einer 5%igen Tanninlösung versetzt, worauf eine sofortige deutliche Trübung erfolgte. Außer von Alcaloïden kann dieselbe von Eiweißstoffen oder Bitterstoffen herrühren. Es wurde daher zur speziellen Prüfung auf Alcaloïde ein Theil des unter Zusatz von sehr wenig Essigsäure dargestellten wässerigen Auszuges mit einer Lösung von Jodkalium-Jodquecksilber*) versetzt. Durch dieses Reagens, das fast alle Alcaloïde fällt, entstand kein Niederschlag. Es läßt sich darnach die Abwesenheit von Alcaloïden annehmen und anderseits auf die Anwesenheit von Eiweiß- resp. Bitterstoffen schließen.

In den Zellen, der durch die Pilzmycelwucherung im Wachsthum beeinflußten Gewebepartieen finden sich in besonders reichlichem Maße Inhaltsstoffe abgelagert. Bei der mikrochemischen Untersuchung derselben fanden sich neben den überall vorkommenden Stoffen noch braune homogene Massen, die sich von den erwähnten gerbstoffartigen Substanzen mikroskopisch nicht unterscheiden ließen. Bei Behandlung der Schnitte mit absolutem Alcohol lösten sich dieselben aber allmählig vollständig auf, was bei den andern braunen (Gerbstoffreactionen zeigenden) Stoffen nie der Fall war. In Anbetracht des ausschließlichen Auftretens dieses Stoffes in den genannten Gewebepartieen und seines Verhaltens zu absolutem Alcohol, Aether ꝛc. dürfte er wohl als eine Harzart aufgefaßt werden, welche auf pathologische Entstehung zurückzuführen ist.

*) Die Lösung enthält in 10 Theilen dest. Wassers 0,135 Th. Sublimat und 0,5 Theile Jodkalium gelöst.

IV. Vergleichende Anatomie von Liriosma ovata Miers & Liriosma Pohliana Engler.

I. Liriosma ovata Miers.

a) Die Rinde.

Das mir zur Verfügung stehende Vergleichsmaterial entstammte dem Herbar. reg. Monacense.*) Schon bei der oberflächlichen Betrachtung war eine Verschiedenheit in der Beschaffenheit der Rinde zu beobachten; die Farbe derselben war rein braungelb und zeigte überall feine Querrunzeln.

Bei der mikroskopischen Untersuchung zeigte sich eine äußerst stark cuticularisirte Epidermis, die mit entsprechend starkwandigen Haarorganen besetzt war. Die letzteren erreichen eine Länge von 0,05—0,08 mm. und laufen gerade oder hornartig gebogen in eine mehr oder weniger abgestumpfte Spitze aus; ihre Lumina sind verschwindend klein, an den basalen Theilen erweitern sie sich bis zu ca. 0,005 mm. Durchmesser. Die einzelnen Epidermiszellen sind nicht leicht unterscheidbar, da die Lumina fast ganz reduzirt sind, so daß sie wie miteinander verschmolzen erscheinen (s. Taf. II). Da wo die Lumina sichtbar sind, weisen sie meist nach außen ausgebogene sichelförmige oder unbestimmte zusammengedrückte Umrisse auf. Nach Innen schließt sich an der Stelle des Korkes eine weitere Lage von Zellen an, deren Zellwand auf der der Epidermis anschließenden Seite ebenfalls stark (sklerotisirt) verdickt ist und zwar zeigen die verdickten Membrane eine deutliche Schichtung. Die Lumina dieser Zellen erscheinen auf dem Querschnitt hufeisenförmig bis dreieckig. Da wo sich die einzelnen Zellen dieser Lage seitlich berühren, nimmt die Verdickung der Membrane nach Innen zu ab, so daß die verdickten Membrantheile zackenartig nach Innen vorstehen, was dem ganzen Bilde ein sehr zierliches Gepräge verleiht. Die Farbe der auf diese Weise einen derben Schutzmantel bildenden Außenrinde ist gelblich. Der Radialdurchmesser beträgt durchschnittlich 0,025 mm.

1. Die Mittelrinde

stimmt, was Mächtigkeit, Größenverhältnisse der Zellen des primären Rindenparenchyms, Natur der Inhaltsstoffe u. s. w. anbelangt mit derjenigen von Muira Puama überein. Die braunen gerbstoffhaltigen Inhalt führenden Zellen kommen nicht so reichlich vor und sind besonders auf die 5. bis 7. Zellage beschränkt; sie bilden auf diese Weise einen fast ununterbrochenen Ring von gerbstoffhaltigen Zellen.

*) Liriosma ovata Miers, Brasilia: in vicinibus Barra, Prov. Rio negro. Spruce n. 1228. Vergl. Flora Brasiliensis.

Die mechanischen Elemente bestehen aus zerstreut liegenden einzelnen oder gruppenweise zusammengelagerten Sklerenchym-Zellen von wechselnder Lumenweite; die weniger stark verdickten Sklerenchymzellen schließen manchmal Kristalle von oxalsaurem Kalk ein.

2. Die Innenrinde.

Wie bei Muira Puama sind auch hier obliterirte Siebbündelsysteme anzutreffen; die Bastbelege bestehen aus vereinzelten (bis aus ca. 30 Bastfasern bestehenden) Gruppen von Hartbastfasern. Zwischen diesen treten auffallend große Zellen auf (Dilatationserscheinung). Obliterirte Siebröhrensysteme treten in schwächerem Maße auf, als bei Muira Puama; die Siebplatten der obliterirten Siebröhren folgen bei Liriosm. ov. in geringeren Distanzen aufeinander als bei Muira Puama. Die mechanischen Elemente bestehen im Weichbastgewebe fast nur aus Hartbastfasern, die in einzelnen Gruppen, ähnlich wie in der Wurzelrinde von Muira, (bis zu 15 zusammengelagert) zerstreut liegen. Die Lumina derselben sind ungleich groß bald verschwindend klein, bald bis 0,01 mm. Querdurchmesser zeigend. Der Querschnittsdurchmesser der Fasern ist wie bei Muira, doch zeigt sich bei Liriosm. ov. ein sofort auffallender Unterschied durch eine deutliche Hoftüpfelung der Hartbastfasern. Die Hoftüpfelung ist schon auf dem Querschnitt bei gegenseitiger Berührung der Bastfasern sehr deutlich zu beobachten. Auf den Längsschnitten ist ersichtlich, daß die reichlich vorhandene Hoftüpfelung bei gegenseitiger Berührung der Bastfasern aus korrespondirenden engen Kanälchen besteht, die sich beim Zusammentreffen zu einem kleinen Außenhof erweitern. In Berührung mit Parenchymzellen tritt Spalthoftüpfelung auf; der Spalt der Bastfasern entspricht dabei dem Durchmesser des einfachen Parenchymtüpfels.

Die Hartbastfasern sind ab und zu auch mit kristallführenden Zellen begleitet, doch nicht so häufig, wie bei Muira Puama; die nicht obliterirten Siebröhren unterscheiden sich nicht von denen der Muira Puama. Das Weichbastparenchym besteht ebenfalls aus Zellen derselben Größe und mit analogen Inhaltsstoffen. Die Rindenstrahlen dagegen führen bei Liriosm. ov. keinen braunen gerbstoffhaltigen Inhalt und treten daher auch auf dem Querschnitt und Radialschnitt nicht so deutlich auf; im übrigen sind die Rindenstrahlzellen von derselben Größe 2c.

Die Gesammtrinde ist bei gleichstarken Achsentheilen bei Liriosm. ov. etwas stärker entwickelt, als bei Muira Puama. Der Radialdurchmesser beträgt hier 0,034, dort 0,028 mm.

b) **Das Holz.**

1. Die Gefässe

entsprechen denen von Muira, was Anordnung, nummerisches Auftreten und Lumenweite anbelangt, vollkommen; doch erscheinen

die Lumina von Lirosm. ov. regelmäßig rundlich, diejenigen von Muira Puama mehr abgerundet polygonal. Die Gefäßdurchbrechungen sind bei Liriosm. ov. ebenfalls stets einfach, kreisrund bis elliptisch mehr oder weniger geneigt, doch sind die Ringwülste an den Perforationsstellen noch ausgeprägter vorhanden, auch sind die einzelnen Gefäßglieder kürzer. Die Durchbrechungsstellen folgen aufeinander in Abständen von 0,14—0,33 mm; am häufigsten treten Gefäßglieder von 0,22 mm. Länge auf. Die Endfortsätze sind nicht so lang, sondern stellen nur kurze Zipfel dar.

Im primären Holze kommen, wie bei Muira in der Umgebung des Markcylinders Spiralgefäße und treppenförmig getüpfelte Gefäße vor, daneben wurde auch ringförmige Verdickung beobachtet. Die Durchbrechung der primären Holzgefäße ist ebenfalls durchweg einfach und läßt an ihrer Form auch in vielen Fällen die Entstehung aus zwei in einander übergegangenen Löchern erkennen.

Die Tüpfelung der Holzgefäße ist in Berührung mit Markstrahl- und Holzparenchym, sowie bei gegenseitiger Berührung ganz übereinstimmend mit der Tüpfelung bei Muira. In Berührung mit Holzprosenchym treten hier dagegen die bekannten Kreuzhoftüpfel (durch Drehung des Tüpfelkanals um seine Achse) auf. Die Hoftüpfelung auf der Gefäßwand ist nicht so reichlich, wie bei Muira, so daß dieselbe nie rhombisch gefeldert erscheint; die Anordnung läßt sich ebenfalls als eine spiralige bezeichnen, doch ist sie weiter und steiler. Die Spalten der Hoftüpfel auf der Innenwand der Gefäße zeigen keine horizontale sondern schiefaufsteigende Richtung. Die Außenhöfe sind kreisrund.

2. Das Holzprosenchym

bildet auch bei Liriosm. ov. die Hauptmasse des Holzkörpers, ist jedoch nicht ganz so reichlich vertreten; auch besitzen die Prosenchymfasern von Liriosm. ov. durchschnittlich größere Lumina als bei Muira. Die Jahresringe sind durch die ab- und zunehmende Weite derselben (nebenbei auch durch reichlicheres Auftreten von Tracheïden an den weitlumigeren Zonen) etwas deutlicher angezeigt, als bei Muira Puama. Die Querschnittsdurchmesser sind bei beiden Vergleichsobjecten annähernd gleich groß (bei Muira um Weniges größer.) Die Längen dagegen differiren bedeutend: dieselbe beträgt bei Liriosm. ov. 0,3—0,8 mm., bei Muira 1,5—2 mm;

Die Streifungen der Membran (nach der Maceration,) die spiralige Anordnung der Spalttüpfel in linksaufsteigender Spirale u. s. w., ausgenommen die Querspalten, Verschiebungen und Knickungen der Membran, haben die Prosenchymfasern mit denen von Muira Puama gemein, doch besteht ein auf dem Quer- und Längsschnitt sofort auffallender Unterschied darin, daß die Holzprosenchymzellen von Lirosm. ov. bei gegenseitiger Berührung eine scharf ausgeprägte Spalthoftüpfelung zeigen (s. Taf. I). Die korrespondirenden Spalten erweitern

sich dabei vor dem Zusammentreten zu einem deutlichen kreisrunden Hof; derselbe ist ebenso groß, wie die Außenhöfe der Gefäßtüpfel. Die Tüpfelung der Prosenchymzellen ist im Allgemeinen eine reichlichere, als bei Muira. In Berührung mit Holzparenchym und Markstrahlparenchym tritt einseitige Spalthoftüpfelung auf; dabei erstreckt sich der Spalt der Prosenchymwand oft über zwei Tüpfel der Parenchymwand. Diese sind kreisrund und von derselben Größe, wie die Außenhöfe der Gefäßtüpfel. Analog der Tüpfelung der letzteren zeigt sich auch in Berührung mit Tracheïden Kreuzhoftüpfelung.

Die Tracheïden sind hier zahlreicher vertreten, als bei Muira Puama; dieselben besitzen eine Länge von ca. 0,28 mm; einen Querdurchmesser von ca. 0,028 mm. Von den (hofgetüpfelten) Prosenchymfasern sind sie oft schwer zu unterscheiden; auch treten Uebergangsformen zu den Gefässen auf.

3. Das Holzparenchym

ist ganz in derselben Weise angeordnet, wie bei Muira Puama, auch in ziemlich gleicher Menge vorhanden. Dadurch wird dem Querschnittsbilde des Holzkörpers von Liriosm. ov. große Ähnlichkeit mit dem von Muira verliehen. Es lassen sich auch hier zwei Arten von Parenchym unterscheiden: neben ziemlich langgestreckten, bei (ein- bis zweireihiger) vertikaler Uebereinanderlagerung horizontal gegen einander abgegrenzten Parenchymzellen, kommen auch mehrreihige Parenchymstränge vor, die aus mäßig arial gestreckten und unbestimmt gegen einander abgegrenzten Zellen bestehen. Die einzelnen Zellen der beiden Parenchymarten zeigen dieselbe Größe wie bei Muira Puama.

Die übrigen im Holzkörper vorkommenden Elemente werden durch das Holzparenchym, wie bereits vermerkt, auch in derselben Weise in ihrer Tüpfelung beeinflußt; nur in Berührung mit Holzgefässen ist die einfache große rundliche Tüpfelung mit schwacher Behöfung der Tüpfel-Löcher (neben der Spalthoftüpfelung) stark vorherrschend. Inhaltsstoffe sind im Holzparenchym öfters anzutreffen, und sind ebenfalls braun gerbstoffhaltig, wie es speziell im Holze jüngerer Wurzeltheile von Muira Puama der Fall war.

4. Die Markstrahlen

treten wie bei Muira Puama deutlich hervor, zeigen denselben Verlauf und sind ein- bis zweireihig; letzteres meist nur in der Mitte der Komplexe. Auf ca. 5 mm. der Peripherie des Holzcylinders eines ca. 4 mm. Durchmesser zeigenden Achsentheiles kommen ca. 40 (primäre und secundäre) Markstrahlen (bei Muira Puama 50—60).

Die Markstrahlkomplexe erreichen eine Höhe von 2—20 Zellen (auf dem Tangentialschnitt); am häufigsten kommen die 10—12 Zellen hohen vor. Die an den oberen und unteren Enden der Komplexe liegenden Zellen sind stets kleiner, als die in der Mitte.

Während bei Muira Puama die Form der Markstrahlzellen kubisch bis schwach axial gestreckt ist, erscheint sie bei Liriosm. ov. kubisch bis radial gestreckt. Der Vertikaldurchmesser der Markstrahlzellen beträgt im secundären Holz 0,02—0,03 mm., der Tangentialdurchmesser ca. 0,02½ mm., der Radialdurchmesser ca. 0,03 mm. Beim Austritt der Markstrahlcomplexe aus dem Marke sind die Zellen der einzelnen Reihen mehr oder weniger lang axial gestreckt; ihr Vertikaldurchmesser wechselt zwischen 0,07 und 0,18 mm; der Radialdurchmesser ist dabei etwas geringer als bei den normalen Markstrahlzellen: er beträgt bei wechselndem Vertikaldurchmesser stets ca. 0,02 mm. Im weiteren Verlauf gehen diese Zellen durch Quertheilungen in Markstrahlzellen von normaler Gestalt über, ganz in der bei Muira Puama beschriebenen Weise. Was Tüpfelung, Stärke der Zellmembran, abgesehen von reichlicher vorkommender Stärke Inhaltsstoffe u. s. w. anbelangt, so gilt hier auch das bei Muira Puama Gesagte.

5. Das Mark.

Schon bei der makroskopischen Betrachtung zeigt das Mark eine etwas dunklere braune Farbe als bei Muira Puama; der Querdurchmesser des Markcylinders steht aber etwa im selben Verhältnisse zum Querdurchmesser der ganzen Achse: Derselbe beträgt ca. 0,5 mm. (bei Muira 0,5—0,6 : 4 mm.), derjenige der ganzen Achse ca. 4 mm.

Die Querschnittsansicht zeigt polygonal abgerundete Zell-Lumina von größerem und kleinerem Durchmesser; letzterer liegt zwischen 0,03—0,07 mm. Auf dem Längsschnitt zeigen sich, wie bei Muira Puama, aus ziemlich langgestreckten vertikal übereinanderstehenden Zellen bestehende ein- oder zweireihige Zellzüge, die braune homogene Inhaltsstoffe führen; der Querdurchmesser dieser Zellen beträgt ca. 0,03 mm., der Vertikaldurchmesser ca. 0,09 mm. Der Vertikaldurchmesser der übrigen Markzellen beträgt 0,04—0,07 mm.

Die braunen homogenen Inhaltsstoffe der Zellzüge, wie sie auch bei Muira Puama vorkommen, sind hier auch im übrigen Marke ziemlich reichlich vorhanden. Neben diesen oder in dieselben eingelagert finden sich zahlreiche Stärkekörner vor (bei Muira sehr selten.) Verdünnte Jod-Jodkaliumlösung bringt auf denselben eine schöne blauviolette bis tiefblaue Färbung hervor; es kommen neben einzelnen 0,003—0,01 mm. Durchmesser zeigenden mit Spalten versehenen rundlichen Körnern, vielfach auch Zwillings-Stärkekörner vor. Außer diesen Inhaltsstoffen kommen noch kleinere unbestimmt gestaltete Portionen gelblicher plasmatischer Stoffe, dagegen kein Chlorophyll vor. Kristalle wurden nicht angetroffen. Die Membranstärke der Zellen ist im Gegensatz zu Muira Puama nicht bei allen Zellen dieselbe, es heben sich vom Uebrigen relativ dünnwandigen Markgewebe manchmal Zellpartien mit bedeutend derberer Membran ab; die Tüpfelung ist einfach weniger feinporig, als bei Muira Puama.

II. Liriosma Pohliana Engler.*)

Das zur Untersuchung benützte Material bestand aus einer ca. 3jährigen Stammachse von 6,4 mm. Durchmesser. Die Rinde besaß orangegelbe Farbe und zeigte eine gleichmäßige feine Querrunzelung ihrer Oberfläche. Ihr Querschnittsdurchmesser war um Weniges größer, als bei Liriosma ovata und Muira Puama. Das Mark war von derselben Farbe, wie bei Liriosma ovata. Der Querschnittsdurchmesser des Markcylinders stand zu dem der ganzen Achse (0,6 : 6,4) im selben Verhältnisse wie bei den entsprechenden Achsentheilen von Liriosma ovata und Muira Puama. Das Holz erschien schon bei der makroskopischen Betrachtung und beim Schneiden etwas poröser als bei den genannten Achsen.

a) Die Rinde.

Die Beschaffenheit der Außenrinde stimmt ganz mit derjenigen von Liriosma ovata überein und bietet auf dem Quer- und Längsschnitte dasselbe Bild. Bei Liriosma Pohliana finden sich jedoch öfters größere oder kleinere Risse in dem Mantel der Außenrindenschichte. An allen Stellen, wo dies der Fall ist haben sich gewöhnliche Schutzkorkanlagen gebildet, deren unterste Zellage bereits wieder auf der dem Rindenparenchym zu gelegenen Seite in Sklerose begriffen ist.

Mittelrinde.

Das primäre Rindenparenchym ist etwas mächtiger entwickelt, als bei Liriosm. ov. und Muira Puama. Die Zellen zeigen durchschnittlich einen Radialdurchmesser von ca. 0,016 mm., der Tangential- und Vertikal-Durchmesser entsprechen sich und betragen ca. 0,03—0,1 mm. Die Inhaltsstoffe sind dieselben wie bei Liriosm. ov., kommen auch in denselben Mengenverhältnissen vor, doch treten hier außerdem noch Kristalle von oxalsaurem Kalke auf.

Das primäre Rindenparenchym besitzt etwa eine Mächtigkeit von 12 Zellagen; darauf folgt eine geringere nicht überall gleichmäßig ausgebildete Schichte von obliterirtem Gewebe. Die Siebplatten der dazu gehörigen Siebröhren folgen aufeinander in Zwischenräumen von 0,08—0,1 mm. Die Hartbastelemente bestehen nur aus Hartbastfasern; Sklerenchymzellen sind nicht vorhanden. Die Bastfasern kommen in größeren und kleineren Gruppen in der Mittel- und Innenrinde vor. Die größeren Gruppen bestehen aus 10—18 Fasern und kommen unregelmäßig zerstreut vorzugsweise in der Mittelrinde vor.

In der Innenrinde dagegen finden sich die kleineren Gruppen, die etwa aus 3—8 Fasern bestehen in concentrischen Ringen angeordnet. Die einzelnen Gruppen zeigen alle tangentiale Streckung; sie sind theils durch Rindenstrahlparenchym, theils durch auffallend große Parenchymzellen

*) Entstammt dem Herb. reg. Monacens. Liriosma Pohliana, Engler. Brasilia, Pohl.

(Dilatationen) von einander getrennt. Die Hartbastfasern sind, wie bei Liriosm. ov. reichlich mit Kristallkammerfasern bekleidet; man beobachtet dabei die schon bei der Beschreibung der Stammrinde von Muira Puama erwähnte Erscheinung der „Verzahnung"*) der Kristalle mit den Bastfasern. Die Kristalle bestehen wie dort und bei Liriosm. ov. aus oxalsaurem Kalke. Die Länge der Bastfasern beträgt 0,63—1,44 mm., der Querdurchmesser 0,014—0,026 mm. Ihre Membran zeigt deutliche Schichtung und feine spiralige Streifung. Wie bei Liriosm. ov. ist auch hier eine deutliche reichliche Spalthoftüpfelung vorhanden.

Die Siebröhren führen neben transitorischer Stärke noch plasmatische Stoffe, die sich nach Aufhellung der Schnitte mit Lauge, als zierlich schlangenförmig gewundene Stränge zeigen. Auf Einwirkung von Jodlösung wurden die auf den Siebplatten angehäuften Stoffe sofort rothbraun gefärbt, wodurch letztere selbst sehr scharf zum Vorschein kamen. Die Siebplatten zeigen dieselbe Beschaffenheit, wie bei Muira Puama und Liriosm. ov.; sie folgen auf einander in Entfernungen von 0,12—0,2 mm. Der Querdurchmesser der Siebröhren an den Siebplatten beträgt 0,016 mm.

Die Zellen des Weichbastparenchyms besitzen einen Radialdurchmesser von 0,04 mm., der Tangential- und Vertikaldurchmesser beträgt ca. 0,06 mm. Als Inhaltsstoffe treten Proteïnsubstanzen, die sich gegen Lauge gerade so verhalten, wie in den Siebröhren, und geringe Mengen von Stärke auf.

Die Rindenstrahlen lassen sich schon auf dem Querschnitt leicht verfolgen, sie gehen ziemlich weit in das Rindengewebe vor. Beim Ausgang aus dem Holzkörper besitzen dieselben die Gestalt der Markstrahlzellen; es gehen aber im weiteren (radiären) Verlauf (umgekehrt wie beim Austritt der Markstrahlzellen aus dem Marke) zwei nebeneinander liegende Reihen in eine Reihe über, wodurch natürlich die Vertikaldurchmesser der Rindenstrahlzellen die doppelte Größe zeigen, der Radialdurchmesser dagegen nimmt zugleich etwas ab. Die aus dem Holze austretenden Rindenstrahlzellen zeigen einen Vertikaldurchmesser von ca. 0,04 mm. einen Radial- und Tangentialdurchmesser von ca. 0,035 mm.

Die veränderten Rindenstrahlzellen besitzen einen Vertikaldurchmesser von 0,08 mm., einen Radial- und Tangentialdurchmesser von ca. 0,016—0,02 mm. Ihre Inhaltsstoffe bestehen aus gerbstoffhaltigen homogenen Massen, denen vielfach Stärke oder oxalsaurer Kalk beigesellt ist.

b) Das Holz.

1) Die Gefässe.

Der große Reichthum an Gefässen bedingt die schwammige Beschaffenheit des Holzes. Eine radiale Anordnung der letzteren läßt sich auch hier erkennen. Die Querschnittslumina sind annähernd kreisrund und besitzen im secundären Holze einen Durchmesser von 0,034—0,008 mm; am häufigsten kommen solche mit 0,07 mm.

*) Vergl. Flückiger, „Neues Jahrbuch für Pharmacie" XXXVI, (1871) 293.

Querdurchmesser vor. Die Gefäßdurchbrechungen sind durchweg einfach und kreisrund oder elliptisch. Die Durchbrechungsebenen mehr oder weniger schief geneigt. Die Länge der Gefäßglieder zwischen den Durchbrechungsstellen beträgt 0,25—0,45 mm. am häufigsten 0,25 mm. die Endzipfel der Glieder sind 0,1—0,15 mm. lang.

Im primären Holze zeigen die dem Markcylinder zunächstliegenden Gefässe ringförmige und spiralige Verdickung; als Uebergangsformen zu den Gefässen ohne spiralige Verdickung treten treppenförmig getüpfelte Gefässe auf. Die Querschnittsdurchmesser der primären Holzgefässe betragen ca. 0,024 mm; die Länge ihrer Gefäßglieder zwischen den Durchbrechungsstellen beträgt 0,32—0,52 mm; die Endzipfel der letzteren sind wie bei den secundären Holzgefäßgliedern beschaffen.

Die Holzgefässe zeigen bei gegenseitiger Berührung oder in Berührung mit Tracheïden Spalthoftüpfelung. In Berührung mit Holzprosenchym findet reichliche Kreuzhoftüpfelung statt. Der Spalt der Prosenchymwand ist dabei meist größer als der kreisrunde Außenhof des Gefäßtüpfels oder er erstreckt sich über zwei Außenhöfe desselben. Die Innenhöfe d. h. die Spalten der Gefäßhoftüpfel stehen dabei zu denen der Prosenchymzellen in kreuzweiser Stellung. Die Richtung und Anordnung der Prosenchymtüpfelspalten ist durchweg eine steil spiralige; die Innenhöfe der Gefäßtüpfel zeigen ebenfalls eine schiefe Richtung, die aber von der horizontalen nur wenig abweicht. In Berührung mit Holzparenchym findet entweder einseitige Hoftüpfelung oder einfache große rundliche Tüpfelung statt. Im ersten Falle treten die Tüpfel so dicht neben einander auf, daß die Gefäßmembran rhombisch gefeldert erscheint, im zweiten Falle erscheint die Gefäßwand spangen- oder leiterförmig durchbrochen. Das Markstrahlparenchym beeinflußt die Tüpfelung der Gefäßwand vorwiegend in der eben genannten Weise; es kommt daneben aber auch einseitige Hoftüpfelung vor.

2) Das Holzprosenchym

bildet die Hauptmasse des Holzkörpers. Auf dem Querschnitt zeigt sich eine radiale Anordnung der einzelnen Elemente. Der Querschnittsdurchmesser beträgt ca. 0,018 mm., die Lumina sind nicht überall gleich groß, ihr Querschnittsdurchmesser schwankt zwischen 0,002 und 0,008 mm. Die Länge der Prosenchymfasern beträgt 0,8—1 mm; an den allmählig sich zuspitzenden Enden sind manchmal Gabelungsansätze neben wirklichen Gabelungen zu beobachten. Hauptsächlich nach der Maceration zeigen die Holzprosenchymfasern eine feine spiralige Streifung ihrer Membran; ihre Inhaltsstoffe zerfließen bei der Maceration in ölige Tröpfchen.

Uebereinstimmend mit Liriosm. ov. M. zeigen die Prosenchymzellen schon auf dem Querschnitte eine reichliche und deutliche

Hoftüpfelung bei gegenseitiger Berührung. In Berührung mit Holzparenchym und Markstrahlparenchym tritt die Tüpfelung ziemlich zurück; es findet dabei einseitige Hoftüpfelung statt, wobei der Spalt des Prosenchymtüpfels sich öfters über zwei kreisrunde Tüpfel der Parenchymwand erstreckt.

Tracheïden kommen im Ganzen nicht zahlreich vor; sie besitzen eine faserähnliche Gestalt und unterscheiden sich von den Prosenchymfasern hauptsächlich durch geringere Länge, zartere Membran und andere Tüpfelung. Sie besitzen eine Länge von 0,36—0,6 mm., einen Querdurchmesser von ca. 0,06 mm. Die Tüpfelung der Tracheïden entspricht derjenigen der Gefässe; sie ist reichlicher als bei den Prosenchymzellen. Uebergangsformen von den Tracheïden zu den Prosenchymzellen einerseits und den Gefässen anderseits sind vorhanden.

3) Das Holzparenchym

ist ganz in derselben Weise unter den Holzelementen orientiert, wie bei Liriosm. ov. und Muira Puama; auch etwa im selben Mengenverhältnisse vorhanden. Die Querschnittslumina der Parenchymzellen sind wie bei Muira Puama eckig, (bei Liriosm. ov. rundlich).

Es lassen sich auch bei Liriosma Pohliana zwei Arten von Parenchym unterscheiden:

1) einzelne einreihige Parenchymzüge, die aus lauter langgestreckten abgerundet rechteckigen, vertikal übereinanderliegenden Zellen bestehen und einen Vertikaldurchmesser von 0,08—0,12 mm., einen Querdurchmesser von ca. 0,028 mm. besitzen.
2) mehrreihige Stränge unregelmäßig gegeneinander abgegrenzter mehr oder weniger axial gestreckter Zellen; ihr Vertikaldurchmesser beträgt durchschnittlich 0,032—0,045 mm., der Querdurchmesser 0,015—0,02 mm.

Die Tüpfelung bei gegenseitiger Berührung ist einfach, rundliche kleine Löcher darstellend. Inhaltsstoffe sind nicht reichlich vorhanden, sie bestehen aus braunen homogenen gerbstoffhaltigen Massen und Stärke.

4) Die Markstrahlen

verlaufen auf dem Querschnittsbilde ziemlich geradlinig. Auf ca. 5 mm. der Peripherie des Holzcylinders einer etwa 3jährigen Achse (Durchmesser 6,4 mm.) kommen ca. 36 primäre und secundäre Markstrahlen. Die Markstrahlcomplexe kommen in einer Höhe von 3—33 Zellen vor; am häufigsten trifft man sie in einer Höhe von 12—20 Zellen (Tangentialschnitt). Die Komplexe sind ein- und zweireihig; die zweireihigen sind meist nur in der Mitte doppelzellig und an den Enden wieder einreihig. Die Markstrahlzellen haben

einen radialen Durchmesser von 0,024—0,04 mm.
„ vertikalen „ „ 0,025—0,05 „
„ tangentialen „ „ 0,03 —0,04 „

Im primären Holze ist der tangentiale Durchmesser ziemlich gering: 0,01—0,02 mm. Beim Austritt der Markstrahlen aus dem Marke besitzen die Zellen der einzelnen Reihen einen Durchmesser von 0,07—0,1 mm., einen Radialdurchmesser von 0,02 mm; im weiteren radiären Verlaufe dieser Reihen gehen die Zellen durch Querwandbildung allmählig in die normale Gestalt über. Bei gegenseitiger Berührung sind die Markstrahlzellen reich getüpfelt; die Tüpfel sind einfach, rundlich, ziemlich klein.

Die Markstrahlen führen ziemlich reichliche Inhaltsstoffe. Diese bestehen aus Stärkekörnern, Kristallen von oxalsaurem Kalk und braunen gerbstoffhaltigen homogenen Massen.

5) Das Mark

besteht aus ziemlich dünnwandigen Zellen von durchweg gleicher Membranstärke. Auf dem Querschnitt erscheinen die Lumina rundlich polygonal und zeigen einen Querdurchmesser von 0,03—0,06 mm. Auf dem Längsschnitt fallen sofort vertikale ein- bis zweireihige Zellzüge auf, die durch den Gehalt von braunen dunklen Inhaltsstoffen, schon mit der Lupe sichtbar sind. Die einzelnen Zellen dieser Züge weichen in Form von den übrigen Markzellen nicht ab. Sie zeigen auf dem Längsschnitte, wie die übrigen Markzellen meist ein abgerundet rechteckiges oder unregelmäßig viereckiges Lumen. Der Vertikaldurchmesser beträgt 0,04—0,08 mm; die Tüpfelung besteht aus ziemlich zahlreichen, verschieden großen, rundlichen Poren; diese sind ziemlich klein.

Als Inhaltsstoffe kommen Stärkekörner, Kristalle von oxalsaurem Kalk und tiefbraune homogene Massen vor. Dieselben sind in Weingeist, Äther ꝛc. äußerst wenig löslich und geben Gerbstoffreaction.

V. Anatomisch-systematischer Vergleich der Holzstructuren von Muira Puama, Liriosma ovata Miers & Liriosma Pohliana Engler.

Nachdem die anatomischen Verhältnisse von Muira Puama, Liriosm. ov. M. und Liriosm. Pohl. Engl. festgestellt waren, habe ich in Folgendem versucht, die Holzstrukturen derselben einem kurzen anatomisch-systematischen Vergleiche zu unterwerfen, da dies bei dem spärlichen zu Gebote stehenden Materiale der einzige Weg war, sich der Frage zu nähern, ob Liriosm. ov. die Stammpflanze der Muira Puama sei?

Es waren mir hiebei hauptsächlich diejenigen Momente maßgebend, die Solereder im „Allgemeinen Theile" seines Werkes: „Ueber den systematischen Werth der Holzstruktur bei den Dikotyledonen" für wichtig und systematisch verwendbar bezeichnete.

1) Gefässe.

Deutliche spiralige Verdickung der Gefäßwand beschränkt sich bei sämmtlichen drei Holzarten nur auf das primäre Holz, dabei läßt sich im secundären Holze eine spiralige Anordnung der Tüpfelung erkennen.

Die Tüpfelung der Gefäßwand bei angrenzendem Markstrahlparenchym ist in allen drei Fällen dieselbe: einfache große Tüpfelung (spangen- bis leiterförmige Tüpfelung) mit oder ohne schwache Behöfung, (wobei der Innenhof fast dieselbe Größe besitzt, wie der Außenhof) mit gleichzeitig vorkommender Hoftüpfelung. Das Holzparenchym bedingt dieselben Strukturverhältnisse der Gefäßwand.

Die radiale Anordnung der Gefässe, bei annähernd gleichstarker Wanddicke uud gleichem Gefäßdurchmesser ist den drei Holzarten ebenfalls gemein, außer dem noch die durchweg einfache Gefäßperforirung.

2) Holzprosenchym.

Bei Muira Puama findet neben Kleinhoftüpfelung einfache Tüpfelung statt; bei Liriosm. ov. und Liriosm. Pohl. durchweg deutliche Hoftüpfelung. Letzterer Umstand ist nach Solereder ohne besondere Bedeutung, doch wird eine persistirende Hoftüpfelung zum mindesten als Gattungscharakter aufgefaßt, wenn auch in manchen Familien, wie z. B. bei den Oleaceen, denen ja die untersuchten Liriosma-Arten zugehören, einfach- und hofgetüpfeltes Prosenchym neben einander vorkommt.

Uebereinstimmend besitzen die drei Holzarten spiralige Streifung der Holzfasermembran.

3) Holzparenchym.

Bei allen drei Holzarten tritt das Holzparenchym in derselben Orientierung auf: einreihige tangentiale Bänder, neben markstrahl- und gefäßbegleitendem Parenchym.

4) Markstrahlen.

Die Höhe der Markstrahlen ist in den folgenden Durchschnittszahlen ausgedrückt: für Muira Puama 20, Liriosm. ov. M. 10, Liriosm. Pohl. 15. Ihr nummerisches Auftreten steht etwa im folgenden Verhältniß: auf 5 mm. der Peripherie des Holzcylinders kommen bei Muira Puama 50—60, bei Liriosm. ov. 40 und bei Liriosm. Pohl. 36 Markstrahlen.

Diese Differenzen dürften jedoch von geringem diagnostischen Werthe sein.*[1]) Wichtiger ist die Breite und der Bau der Complexe. Letztere Momente stimmen bei allen drei Hölzern überein.

5) Mark.

Das Mark von Liriosm. ov. weicht durch heterogene Beschaffenheit von den unter sich d. h. homogen ausgebildeten Markgeweben der Muira Puama und Liriosm. Pohl. ab. Liriosm. Pohl. und Muira Puama führen Krystalle von oxalsaurem Kalke im Marke, Liriosm. ov. nicht; Liriosm. ov. besitzt dagegen Zellpartien mit stärker verdickter Membran. Als gemeinsame Eigenschaft für alle drei Holzarten seien die charakteristischen braune homogene Inhaltsstoffe führenden Zellzüge im Marke erwähnt.

In Anbetracht der mannigfachen Uebereinstimmungen in der Holzstruktur beim Vergleich der Muira Puama mit den beiden Liriosma-Arten, kommen wir zum Schlusse, daß von diesem Gesichtspunkte aus eine Identität der Liriosm. ov. mit Muira Puama nicht ausgeschlossen werden kann.

Die Annahme der Identität erhält eine weitere Begründung, wenn wir die bei Muira Puama und den beiden Liriosma-Arten vorkommenden Holzelemente unter den von Kohl*[2]) nach der Beschaffenheit des Holzes aufgestellten Oleaceengruppen einzuordnen suchen: dieselben fallen hiebei sämmtlich unter dieselbe Gruppe (II. Gruppe, welche Oleaceen umschließt, deren Holzkörper aus: Gefässen, Tracheïden, Holzfasern, Strangparenchym und Ersatzfasern zusammengesetzt sind.)

Die wenigen Abweichungen in der Struktur des Holzes und der Rinde (hier speciell der Außenrinde) von Muira Puama gegenüber der Liriosm. ov. dürften wohl auf Verschiedenheiten der Standorte oder sonstiger physiologischer Verhältnisse zurückzuführen sein, die ja erwiesenermaßen im Stande sind derartige Veränderungen zu bedingen. Diese Thatsache macht auch Vesque*[3]) dem Werthe der Verwendung der

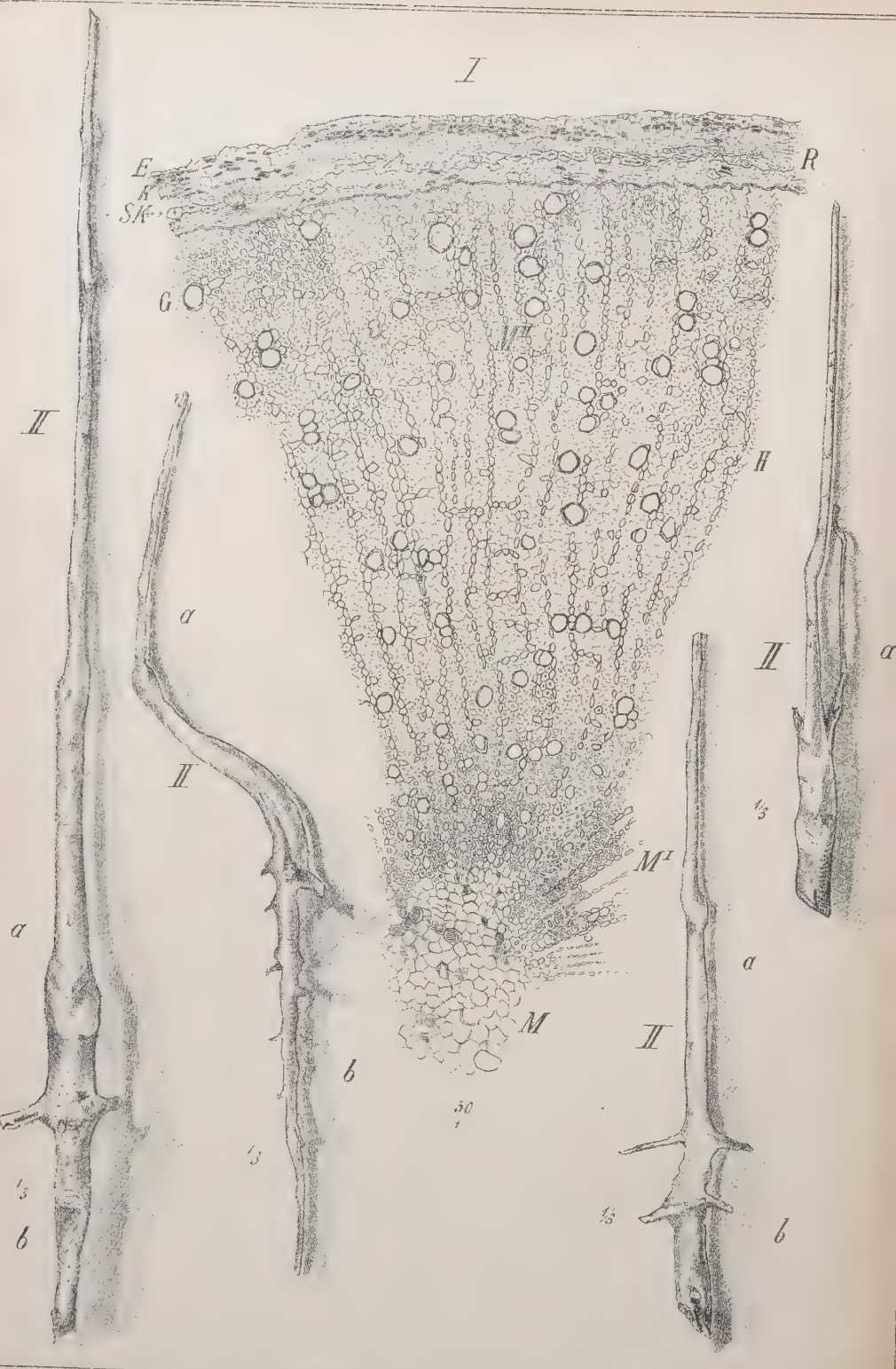
*[1]) Vergl. Eßner: „Ueber den diagnostischen Werth der Höhe und Anzahl der Markstrahlen der Coniferen;" Halle 1892.

*[2]) „Vergleichende Untersuchungen über den Bau des Holzes der Oleaceen." G. F. Kohl, Inauguraldissertation, Leipzig 1881.

*[3]) Les tissus des végétaux, appliquées à la classification. Nouvelles Archives du Muséum d'Hist. nat., Sér 2, T. IV, pag. 8.

Holzstruktur für die Systematik zum Vorwurf: „Le bois et specialement la nature et la distrubition des vaisseaux ne pourront donc fournir de caractère taxinomique que si toutes les plantes du même gronpe vivent dans des conditions analogues."

Nach dieser Ansicht durften einerseits die im Vergleich der Muira Puama mit Liriosm. ov. gefundenen Verschiedenheiten systematisch nicht allzu schwerwiegend erscheinen; andrerseits haben aber die Arbeiten von Hartig, Sanio und Möller und in der neueren Zeit von Radlkofer, Bureau, Petersen und Solereder ergeben, daß Beziehungen zwischen Histologie und Systematik bestehen; es sprechen daher die vielfachen Uebereinstimmungen hauptsächlich in der Holzstruktur für die Identität der Muira Puama und Liriosma ovata Miers.


I
E
R
K
SK
G
M^II
H
II
a
II
a
b
1/3
M^I
M
II
a
b
1/3
1/3
b
1/3
50
1

VI. Erklärung der Tafeln.

Tafel I.

I. Querschnitt einer Stammachse von Muira Puama.

R = Rinde.
E = Epidermis.
K = Kork.
Sk = Sklerenchymring.
G = Gefäß.
H = Holztheil.
M = Mark.
M^{I} = primärer Markstrahl.
M^{II} = secundärer Markstrahl.

II. Achsenstücke der Droge.

a) Stammtheil.
b) Wurzeltheil.

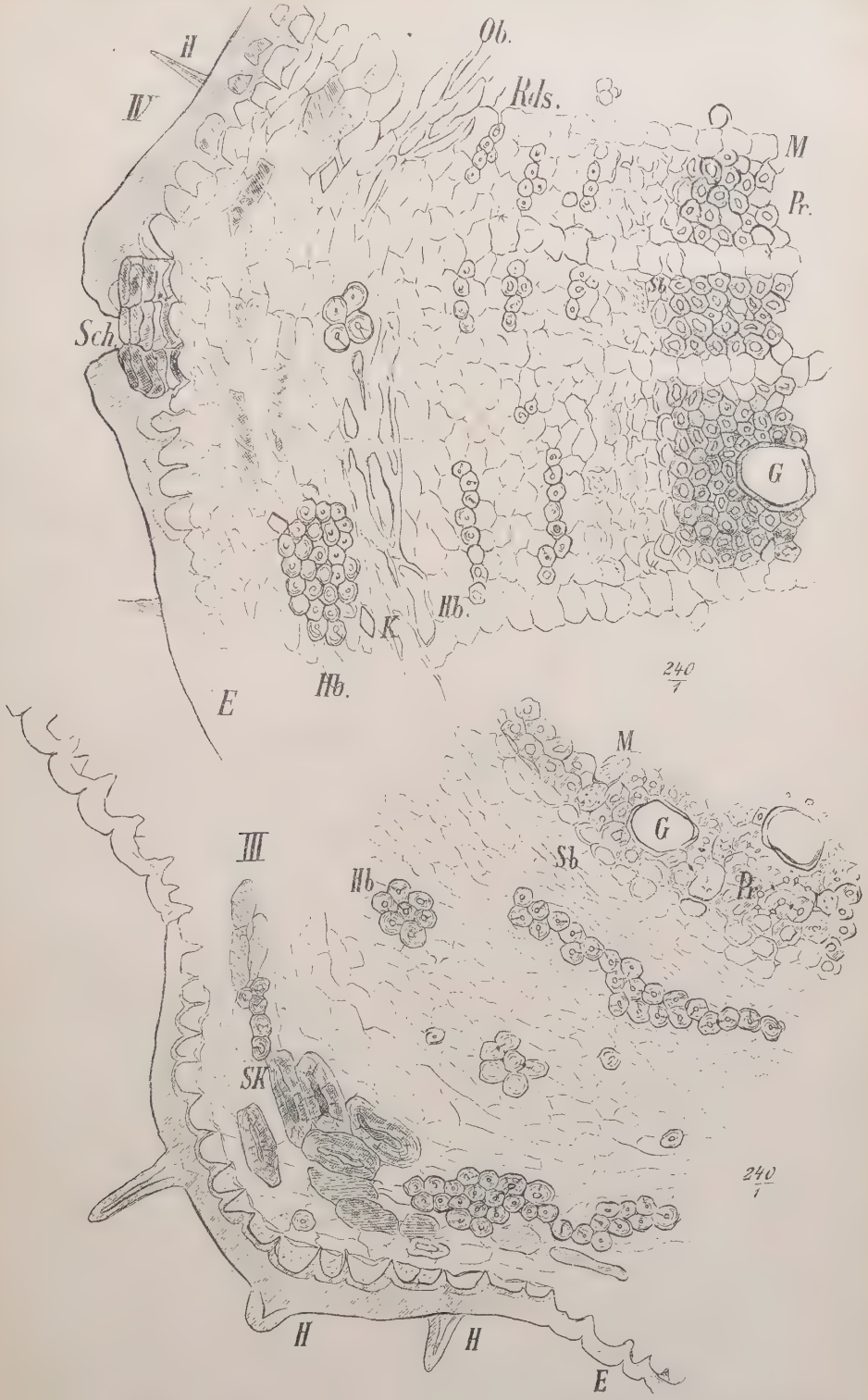
Tafel II

III. **Querschnitt durch die Rinde von Liriosma ovata Miers.**

E = Epidermis.
H = Haarorgane.
Sk = Sklerenchymgruppen.
Hb = Hartbastfasergruppen.
Sb = Siebröhre.
G = Gefäß.
M = Markstrahl.
Pr = Prosenchym mit Hoftüpfelung.

IV. **Querschnitt durch die Rinde von Liriosma Pohliana Engler.**

E = Epidermis.
H = Haarorgane.
Sch = Schutzkorkanlage.
Hb = Hartbastgruppen.
K = Kristall.
Ob = Obliterirtes Gewebe.
Rds = Rindenstrahl.
Sb = Siebröhre.
Pr = Holzprosenchym.
M = Markstrahl.


H
IV
Ob.
Rds.
M
Pr.
Sch.
Sb
G
Hb.
K
Hb.
E
240/1
M
G
III
Sb
Hb
Pr
SK
240/1
H
H
E